



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R68 :1991**

# **Integrerad datorstödd projektering**

**Ett praktikfall med Medusa**

**Bo Kjessel**

**Harry Klava m fl**

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135572

# **Byggforskningsrådet**

R68:1991

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
VÄG- OCH VATTENBYGGNAD  
BIBLIOTEKET

## Integrerad datorstödd projektering Ett praktikfall med Medusa

Rolf Forsberg  
Bo Kjessel  
Harry Klava  
Lars Lidén  
Stig Lindroth  
Stefan Ångeby

Denna rapport hänförs sig till forskningsanslag 870768-1  
från Statens råd för byggnadsforskning till Bo Kjessel  
Arkitektkontor AB, Stockholm.

## REFERAT

Under åren 1986 till 1988 genomfördes projekteringen av en förvaltningsbyggnad i Linköping på Byggnadsstyrelsens uppdrag. Projektet är det tredje i ordningen där projekteringen sker hos samtliga konsulter med datorstöd och programvaran MEDUSA. Utvecklingen har varit snabb under åren både vad avser programvara som datorutrustning. Detta har motiverat BFR att stödja en dokumentation och utvärdering av genomfört projekt. Utvärderingen har i huvudsak skett genom intervjuer med de som svarat för datorprojekteringen. En analys av arbetstidens fördelning redovisas i diagramform tillsammans med kommentarer. Rapporten inleds med en sammanställning av de viktigaste synpunkterna projektörerna lämnat på genomförd projektering.

Rapporten ger motiv för beslutet att tillämpa datorstöd samt val av system och utrustning. Stor vikt har lagts vid introduktion av datorstödet samt hur utbildning bör ske. Gemensamt finns en strävan att söka sig bort från situationen med operatörer till att få datorn som hjälpmedel till projektörerna. Förutsättningarna för en realistisk planering och tillgängligheten till den information som finns i datorn framhålls som problem, som dock bedöms som övergående. Som stora fördelar med datorstödet behandlas sättet som datorn kan behandla information på och de möjligheter till rationalitet och ekonomi som detta ger. Kort berörs också den utveckling som skett efter projektets genomförande vad avser programvara och datorutrustning.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R68:1991

ISBN 91-540-5393-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

**gotab** 94930, Stockholm 1991



## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Ansvarig arkitekt:.....	12
Handläggande arkitekt:.....	20
Datoransvarig arkitekt:.....	26
Konstruktören: .....	32
VVS-konsulten:.....	37
El-konsulten:.....	42
Är datorstödd projektering lönsam?.....	47

## Sammanfattning

Integrerad datorstödd projektering  
– ett praktikfall med Medusa.

Rapportens syfte är att följa upp, dokumentera och informera om genomförandet av en integrerad datorstödd projektering av en statlig förvaltningsbyggnad i kv Blandaren Linköping. Byggnaden uppförs under åren 1988, 1989 och 1990.

Rapporten omfattar 6 essäer som dokumenterar erfarenheterna hos medverkande projektörer. Ansvarig, handläggande och datoransvarig arkitekt har var och en formulerat sina erfarenheter liksom handläggande konstruktör, VVS- samt El-projektör. Rapporten avslutas med en analys av arkitektens insatta arbetstid under projekteringen som ett försök att kvantifiera datorstöddets rationaliseringseffekt.

## BAKGRUND

Ett av de första datorstödda arkitektinsatserna utanför bostadsbyggandet skedde under åren 1978-79 vid projekteringen av polishuset i Mjölby. Byggherre var Byggnadsstyrelsen, och finansiellt stöd för metodutvecklingen gavs av Arbetarskyddsfonden med Kjessel som uppdragsansvarig. Även byggnadskonstruktören J&W projekterade med datorstöd, vilket var naturligt då det system som användes var BERIT. Det var ursprungligen ett franskt system som vidareutvecklats inom landet av HSB och J&W i samverkan. Informationen överfördes till datorn via hålkort. Arbetsinsatsen finns dokumenterad i en KBS-rapport.

Nästa byggnadsstyrelseprojekt som hade utvecklingskaraktär med uppföljning och rapportering var projekteringen av förvaltningsbyggnaden i kv Älgen Bollnäs. Den genomfördes med datorstöd hos samtliga konsulter. Projekteringen skedde åren 1982-83.

Sedan dröjer det fram till 1986. Regeringen ger byggnadsstyrelsen i uppdrag att projektera en nybyggnad inom kv Blandaren i Linköping. Som grund för uppdraget ligger ett byggnadsprogram. Byggnadsstyrel-

sens tekniske direktör ställer frågan till arkitekten (Kjessel) om intresse finns att genomföra en datorstödd projektering. Byggnadsstyrelsen skall i så fall lägga visst utvecklingsarbete parallellt med projekteringen.

K- och E-konsulterna har redan CAD-erfarenhet. För dem är det naturligt att gå vidare. V-konsulten har en mer begränsad erfarenhet och utrustning men tycker tillfället är bra att ta steget fullt ut. A-konsulten saknar, bortsett från Mjölbyäventyret, erfarenhet men är intresserad av att pröva om inte även ett så pass litet företag kan klara av att ta den nya tekniken till sig - både kompetensmässigt och ekonomiskt. Intresset finns hos alla att genomföra en integrerad datorprojektering. Förutsättningarna för en sådan bedöms som goda med en beställare som visat intresse för detta.

Svaret blir ja.

## MOTIV

Motiven för intresset är flera

- Nyfikenheten på nya hjälpmedel är hos de flesta tekniker naturligt. Så även hos oss.
- CAD bedöms ge bättre kvalitet i handlingarna både genom tydlighet och exakthet.
- Samordningen och samspelet mellan de olika konsulterna borde underlättas.
- Alltfler hade börjat använda sig av CAD speciellt i större projekt. Känslan av att CAD kan utveckla sig som ett konkurrensmedel började växa fram.
- Den databas som byggs upp under projekteringen överlever nästan inte alls till förvaltningen av byggnaden.
- Den skulle också kunna nyttjas bättre under byggandet genom att informationen på ett enkelt sätt skulle kunna anpassas till byggarens olika behov.

## SYSTEMVAL

Vi anser att utvecklingen av, och stödet genom CAD Engineering, är argument för att välja MEDUSA för det aktuella projektet. Till detta bidrar också att erfarenheterna från kv Älgen direkt kan nyttjas - både genom dokumentationen av projektet och att den handläggande på arkitektsidan kan knytas till projektet som rådgivare. För kanske främst arkitekten har detta betydelse för att introduktion och utbildning skall kunna ske på ett gynnsamt sätt.

En icke oväsentlig utveckling av systemet har också skett efter det kv Älgen genomförts och erfarenheter finns från några därefter genom-

förda projekt. Ett viktigt argument är självfallet att MEDUSA är utvecklat för tillämpning för samtliga konsulterna, och därmed lämpligt för den integrerade projekteringen som är en viktig förutsättning.

## UTBILDNING

A väljer att genomföra utbildningen hos en kollega som kan ge både utbildning och stöd under den första perioden av tillämpning av den nya tekniken. Utbildningen sker som inledning av projekteringen med datorstöd och tillämpningen i projektet startar redan under andra veckan. En ideal inlärningsituation!

K väljer att dela inläringen i två avsnitt med en månads tid mellan dessa. Det uppfattas som positivt då man har möjlighet att öva under mellanperioden. Sedan dröjer det ytterligare en månad innan man kommer i gång med projekteringen vilket uppfattas negativt. Även V strävar efter att lägga inläringen så nära projekteringsstarten som möjligt och anser att detta är avgörande för att få ekonomi i projektet. V betonar värdet av att ha fler utbildade än som direkt behövs i projektet

## INTRODUKTION

Hos A finns avvaktande, men inte negativ, tveksamhet inför CAD. Den är nog större hos A än hos de andra konsulterna som redan hunnit få viss erfarenhet av datorstödd projektering. En förväntan finns att CAD skall rationalisera arbetet och också öka värdet på marknaden av den som kan arbeta med CAD. En väl datormogen och för CAD positiv arkitekt anställs vid starten. De första månadernas arbete sker i "skyddad verkstad" hos en kollega som hela tiden kan ge stöd och hjälp. Allt detta bidrar till att CADen upplevs som positiv. A byter under projekteringsperioden sina PC till Macintosh som alla snabbt lär sig att använda och uppskatta. Detta bidrar också till en mer positiv attityd till CAD. Av stor betydelse är också exempel från andra projekt där man använt 3D-bilder som hjälpmedel för att se konsekvenser av projekterandet.

## ORGANISATION

Strävan har varit att komma bort från modellen där renodlade operatörer sköter datorn och bara lägger in den information andra bestämmer. Till viss del har detta lyckats även om arbetet ändå till stora delar måste vara operatörens. Datorn svarar ju endast för en begränsad del av projekteringsarbetet och intill dess att vi har en dator på varje arbetsbord kommer det alltid att ske överföringar av information till de som arbetar vid datorn och i vissa perioder blir arbetet med nödvändighet operatörens.

En bestämd erfarenhet blir att inte sätta handläggaren av ett projekt vid datorn. Dennes arbetsuppgifter är sådana att utrymme för planerat CADarbete omöjliggörs.

Hos samtliga konsulter är det projektörer som utbildas till att arbeta med datorerna.

## PLANERING

Datorn har speciellt för A varit en "trång sektor". Den kräver en noggrann planering och att reservtid avsätts för oförutsedda händelser och problem. Erfarenheten av datorritandet har när projektet planerades varit begränsat och detta har gett dålig utgångspunkt för planeringen. Bedömningarna har emellanåt mer styrts av optimistisk vilja än av realistiska bedömningar. I vanlig projektering brukar man sätta in fler personer för att klara tiden. Det är svårare när man använder CAD då en kapacitetsökning förutsätter fler arbetsstationer och fler utbildade för en momentan insats.

CAD-insatserna avser endast vissa delar av projekteringen. Detta skapar en speciell svårighet i planeringen då dessa insatser inte självklart låter sig jämnt fördelas över tiden. Det är därför nödvändigt att ta datorinsatsen som en speciell förutsättning vid arbetsplaneringen alternativt styra omfattningen av datorinsatsen efter de tidsmässiga förutsättningar projektet har. I detta brister vi i Linköpingsprojektet, delvis beroende av att erfarenhet av tidsåtgång för datorinsatsen saknas. Vissa erfarenheter får A genom CADE och HJS men det är värt att notera att erfarenheter från ett projekt sällan är direkt tillämpbara i ett annat projekt.

En speciell svårighet har vi i detta projekt genom att mycken tid och uppmärksamhet tas i anspråk på grund av att teknik och problem är nya för oss.

Även i "vanliga" projekt har det visats sig svårt att få fram samtliga handlingar i tid för nödvändig samordning. Detta förhållande parat med ny teknik motiverar att vi sätter tidsmålet för färdiga handlingar två månader tidigare än vad vi avtalat med beställaren. De två månaderna behöver vi dock utnyttja för att slutföra projektet och kan leverera det i allt väsentligt enligt avtalad tid. Byggnadsstyrelsens interna handläggningstid som följer efter leveransen nyttjas för kompletterade måttsättning, intern slutgranskning mm

## SAMORDNING

En klar fördel med datortekniken är att As ritning finns som ett levande underlag hos de övriga konsulterna. Kvittot på samordningen får man genom att utnyttja möjligheten att lägga in samtliga konsulters information på en ritning.



Denna så kallade samplottnings avser dock endast planerna. E efterlyser att även inredning och utrustning bör CAD-ritas då det är svårt och orationellt att ur andras ritningar plocka fram erforderliga mått. K pekar på den fördel tekniken bör medföra i samarbetet mellan A och K när det gäller detaljer.

Den ursprungliga tanken på att utnyttja CADEs programvara för informationsutbyte mellan konsulterna (pool) får en begränsad betydelse. I stället skickas band direkt mellan konsulterna. Rutinerna för detta bör vara att banden åtföljs av ritningar enligt E som i stort bedömer data-samordningen mellan konsulterna som dålig på främst beroende på den utvecklade tekniken för informationsöverföring. Detta kan också bero på att E inte tydligt nog anger sitt behov av handlingar. E anser att det är omständligt att få upp medkonsulternas ritningar på skärmen och att överföringen INPROJ - CADE inte fungerar bra.

Den tidsbrist som uppstår i projektet medför att V och E inte växlade handlingar i tillräcklig omfattning.

Ett stort problem i projektet har varit att plottningsinsatsen varit så tidskrävande att man dragit sig för att plotta ut ritningarna innan de varit helt klara. Att plotta ut ritningarna för hela projektet har tagit i storleksordningen en vecka. Det har medfört att informationsflödet hämmats i processen vilket har påverkat arbetsmöjligheterna negativt och gjort samordningen tung. Bidragande orsak är också datafolkets ambition att inte släppa en ritning förrän den är färdig till alla delar.

## EKONOMI

Datortillämpningen startar redan under systemhandlingsskedet. Det ekonomiska utfallet av detta bedöms i huvudsak lika av de olika konsulterna. Man får lägga ner mer arbete än vanligt under detta skede. Projekteringskostnaderna blir högre än normalt men det beror främst på att tidsresursplanen inte kan hållas. Orsakerna till detta finns både inom och utanför konsultgruppen och är inte helt lätta att analysera.

Samtliga kan dock se fördelar med den ökade insatsen under systemhandlingsskedet under förutsättning att projektet ej undergår större förändringar under bygghandlingsskedet. En gemensam erfarenhet är också att många små förändringar minskar rationaliteten av tidiga arbetsinsatser och beslut. En svårighet är också att bedöma hur mycket tillämpningen av en relativt ny teknik betyder för ekonomin i förhållande till andra påverkande faktorer. En väsentlig sådan faktor är den av byggnadsstyrelsen anbefallda prutningen som orsakar försening i projektet och därmed följande kostnader. En klar fördel är dock att man i en integrerad projektering kan nyttja en gemensam databas. En slutsats kan därför vara att introduktionen av datorstödet skett med måttliga uppofferingar.

## OMFATTNING

Vi startar med datorstödet redan i systemhandlingsskedet. Detta visar sig inte helt problemfritt. Datorn ställer krav på precision. Någon erfarenhet att skissa och att hantera hypotetisk och preliminär information finns inte. Operatören har ambition att lösa frågor som normalt inte hör hemma i detta skede. För samtliga konsulter innebär denna tidiga start av datorinsatsen en tidsmässig omfördelning av projekteringsinsatsen. väsentligt mer arbete erfordras under systemhandlingsskedet genom kravet på större noggrannhet och detaljbestämning. Detta innebär självfallet risker om förutsättningarna för projektet i något väsentligt avseende kan komma att ändras i ett senare skede. E ser inga motiv för att starta datorstödet i detta skede medan A och K ser fördelar i att tidigt få ett exakt underlag för fortsatt arbete. Datorn är ett utmärkt hjälpmedel för måttstudier och geometriska analyser i tidiga skeden. Övergången mellan olika skalor sker också mycket enkelt.

För oss i detta projekt finns en speciellt motiv att starta datortillämpningen redan i systemhandlingsskedet nämligen utbildningssyftet. Erfarenheter byggs upp som är värdefulla för planeringen av och arbetet i bygghandlingsskedet. Färdigheterna vid skärmen tränas upp vid arbetet med systemhandlingarna för att sedan helt blomma ut under bygghandlingsarbetet.

Förutom planer ritas A också sektioner och fasader på datorn. Det har A stor glädje av när A tvingas ändra fönstertyper och studera om fasaden inför starten av bygghandlingarna. Det som gör detta rationellt är en utvecklad hantering med symboler som gör ändringar förhållandevis snabba och enkla. Värdet av att få nya fräscha ritningar efter genomförda ändringar är stort.

## BESLUTSPROCESSEN

Besluten går i vanlig projektering från överordnade frågor till detaljer, från arkitektonisk gestaltning och funktion till tekniska lösningar. Vanlig skissmetod är ofta anpassad till detta genom att starta med grov penna och ungefärliga mått för att successivt förfinas till allt större exakthet. Datorn är exakt redan från början. Projektören måste ange mått även där han ännu inte vet. Tendensen av detta förhållande är att projektören söker reda ut även detaljlösningar på tidigt stadium. I vissa fall kan detta vara intressant och det är väl värt att pröva en i detta avseende annorlunda process. I annat fall kräver denna arbetssituation att en mer medveten arbetsmetod med hypotetiska lösningar utvecklas för att göra det rimligt att starta arbetet med datorn i tidiga skeden av projekteringen.

## TILLGÄNGLIGHET

Ett av de största problemen med datorritandet är de begränsningar det sätter för materialets tillgänglighet för de som är engagerade i projektet. Vi är vana vid att kunna följa arbetet på ritborden där aktuella ritningar är direkt tillgängliga. I datorn ser man bara ett litet utsnitt och mycket av informationen är dold. För att göra materialet tillgängligt krävs att det plottas ut. Detta tar väsentlig tid i anspråk med följd att det inte sker förrän ritningen är färdig. Detta är till väsentlig nackdel i projektet såväl i relation till beställare och arbetsledning som i samarbetet inom konsultgruppen. (Ny teknik har nu kommit som eliminerar dessa problem.)

## LAGERTEKNIKEN

Datortekniken påverkar arbetsprocessen väsentligt genom möjligheten att kunna sortera information av olika slag i olika lager. Dels de olika konsulternas informationer dels inom ett konsultområde. Mellanväggar undertak, rör, kraft, måttsättning, litterering osv läggs i olika lager och kan tändas och släckas allt efter behov. Man kan bestämma vilka lager som skall finnas redovisade på en ritning och anpassa detta efter behovet av information. Detta har inte i någon större utsträckning utnyttjats av entreprenören eller beställaren

Denna lagerhantering ger förbättrade möjligheter för de olika konsulterna att nyttja varandras information som underlag för det egna arbetet. Speciellt noterade K dessa ökade möjligheter att nyttja A:s lager och X-symboler som underlag i det egna arbetet. För samtliga konsulter gav denna teknik ökade möjligheter för samarbetet och informationsöverföringen inom arbetsgruppen samt ytterst för samordningen i projekteringsarbetet.

## ÄNDRINGAR

Förhoppningarna var att ändringar skulle vara lätta att utföra i datorn. Verkligheten visade sig i många fall vara den motsatta. Detta berodde på att de hundradelsritningarna vi arbetade med blev mycket informationstunga vilket medförde att arbetet vid datorn blev trögt. Programmet hade dessutom sådana egenskaper att vissa ändringar förde med sig konsekvensändringar som tog mycket tid i anspråk. Vid andra typer av ändringar, för mer "oberoende" delar hade vi stor glädje av datorn. Lagerhanteringen är till stor fördel. Om ex-vis A ändrar på sina ritningar flyttar övriga lager över till dessa nya ritningar.

## UTNYTTJANDE AV DATABASEN

Datorstödet vid projekteringen innebär i vissa avseenden en väsentligt större arbetsinsats än vid traditionell projektering. Denna ökade arbetsinsats kan motiveras om värdet i den databas som byggs upp också nyttjas i olika avseenden för olika ändamål. Detta har endast skett i begränsad omfattning i vårt projekt. Vi har pekat på värdet vid ändringar, samordning, som underlag mm. Däremot har inget av värdet i databasen nyttjats för mängdning, kalkylering, upphandling. Inte heller under byggtiden har entreprenören sett värdet i att kunna få ritningar i olika skalor, ökad måttsättning osv under byggtiden.

Några ansatser att söka nyttja informationsbasen för drift och underhåll har vi heller inte sett. Detta är att beklaga då verklig rationalitet av datorstödd projektering nås först genom ett mångsidigt nyttjande av databasen och att den hålls à jour under byggnadens hela livslängd.

## UTVECKLING

Två år har gått sedan projektet genomfördes. Viktiga förändringar i datorstödet i arkitektarbetet har skett

- Efter VAXstation 2000 har VAXstation 3100 kommit och som är tre gånger snabbare men till samma kostnad. Vi kan därmed prestera mer genom att komma snabbare till resultat. Effekten av datorn som den trånga sektorn i projekteringen reduceras.
- MEDUSA har kommit med en ny version av programvaran. Den innebär förbättrade möjligheter att arbeta med X-symboler. Nu bygger vi upp större delen av databasen som X-symboler vilket rationaliserar projekteringsarbetet och underlättar framtida förändringar.
- Den nya programversionen har också inneburit förbättrat 3D-program. A utnyttjar denna i ett nytt projekt till att i väsentlig större utsträckning än i Linköpingsprojektet, skissa och studera samt sprida information om projektet i tidiga skeden. Möjligheten att lägga färg på bildskärmen och på fotografisk väg taga fram färgbilder ökar väsentligt föreställningen om det färdiga objektet.
- A arbetar i det nya projektet med en ny plotter som bygger på den teknik som finns i vanliga kopiatorer; dvs värme. Att plotta fram en ritning som tidigare tog tjugo minuter tar nu två minuter. Detta var tidigare möjligt endast med dyra elektrostaplottrar. Den allvarligaste nackdelen med datorstödet, nämligen långsam eller periodvis ingen informationsöverföring till medkonsulter och beställare, har med denna nya plotter nästan helt eliminerats. Samarbetet inom kontoret har också påverkats gynnsamt då det går snabbt att få fram måttrekiga underlag till övriga projektörer. Tillgängligheten har därmed ökat väsentligt.

## Ansvarig arkitekt:

Bo Kjessel,  
Bo Kjessel Arkitektkontor AB, Stockholm

### BAKGRUND

Den första tomtutredningen för en förvaltningsbyggnad inom kvarteret Blandaren i Linköping genomfördes 1977. Därefter utarbetades ett byggnadsprogram under 1986. Byggnadsprogrammet utgjorde underlag för regeringens beslut om projektering av byggnaden inom angiven kostnadsram.

Byggnadsstyrelsens tekniske direktör som kände mitt intresse för datorutvecklingen inom vårt område ställde frågan om vi var intresserade att genomföra projektet med datorstöd. Byggnadsstyrelsen skulle i så fall bedriva visst utvecklingsarbete parallellt med projekteringen. På det viset skulle en fortsättning ske av ett tidigare datorstött projekt, kv Älgen i Bollnäs. Det projektet finns redovisat i ett antal rapporter från Byggnadsstyrelsen. Upphandlingen av konsultarbetet skulle dock ske utan avseende på om vi valde att genomföra projekteringen med datorstöd.

Tanken var trots det lockande. Projektet hade en storlek som borde vara gynnsam för datortillämpningen. Om utvecklingsarbetet löpte parallellt skulle det kännas som ett visst stöd. Vi skulle inte behöva belasta projektet med att fördjupa oss i de många frågeställningar som vi förutsåg skulle dyka upp. Kopplingar till kalkyl och byggande skulle kanske kunna utvecklas och därmed öka nyttan av CAD-insatsen i projekteringen. Skulle vi ge oss in i datortillämpningen på allvar verkade projektet och tillfället vara lämpligt.

### MOTIV OCH FÖRVÄNTNINGAR

Motiven att föra in datorstöd i kontorets verksamhet var flera:



Samordningen av projekteringen har många gånger haft brister. En utvecklad datorinsats där samtliga konsulter redovisar sitt material via datorn ger förutsättningar för en bättre samordning genom samplotning på samma ritning.

Steget mellan systemhandlingar och bygghandlingar innebär oftast ett byte av skala. Man lägger upp nya ritningar. Datorn arbetar "skallöst" och man kan välja vilken skala man tar ut i de olika tillfällena. Den information som finns i handlingen blir kvar där.

Ändringar i ritningarna är "lätta" att utföra. Det motiverade oss att använda datorn redan under systemhandlingsskedet.

Vi ville pröva om inte även mindre kontor kunde driva projektering med avancerat datorstöd. Det finns ju annars en uppenbar risk för att vissa projekt endast kommer att kunna utföras av de större kontoren. I förlängningen ligger också förhoppningen att datorstödet inte skall innebära en belastning utan en kapacitetsökning hos kontoret.

Den stora informationsmängd som byggs upp under projekteringen skulle kunna göras lättare tillgänglig för beställare, byggare och förvaltare. Det skulle genom lagertekniken vara möjligt att utan något större arbete göra informationen skräddarsydd för olika användare.

Uppbyggnad av standard, användandet av den i kommande projekt samt lagring av den skulle underlättas.

Nyfikenhet på nya metoder och hjälpmedel.

En viss tveksamhet fanns dock. Någon erfarenhet av datortillämpning fanns vid tillfället ej på kontoret. Situationen var dock densamma vid genomförandet av Bollnäsprojektet. Det hade dock fungerat om än med dåligt ekonomiskt utfall. Personer med erfarenhet från detta projekt fanns nu på CAD Engineering (CADE). CADE blev en samtalspartner medan vi sökte oss fram till hur vi skulle bygga upp vår datorkompetens och organisera vårt arbete. Många frågor behövde dock klaras ut innan vi var framme vid projekteringsstart:

- Vilket system skulle vi välja? Skulle vi nöja oss med att endast arkitekten skulle rita på CAD? Hur påverkade den frågan val av system?
- Hur skulle vi få tillgång till hårdvaran? Köpa, leasa, hyra in oss hos någon annan osv ?
- Hur skulle vi ordna utbildningen och vilka skulle vara lämpliga?
- Hur skulle datorstödet påverka projekteringen i övrigt? Vad skulle ritas och vilka resurser behövdes?
- Var det rimligt att ett kontor i vår storlek skulle ha råd med avancerad datorisering?

## SYSTEMVAL OCH -UPPBYGGNAD

Vi hälsade på våra större kollegor som hade datorstöd av olika slag. FFNS arbetade med GDS tillsammans med insatser på PC-nivå. VBB hade ett avancerat Intergraph-system. White's arbetade med RUCAB. HJS hade Medusa i en version där CADE utvecklade programvaran. Vi hälsade också på hos nuvarande Arcona som också arbetade med Medusa men i en annan version. Bergs arbetade med persondatorer.

Under tiden de här kontakterna pågick växte det fram en klar vilja hos oss nämligen att skulle vi ge oss in i den här världen ville vi också utnyttja den samordningsmöjlighet som fanns i att alla konsulterna arbetade med datorstöd och helst i samma system. Detta komplicerade situationen litet. Vi blev tvingade att söka få byggnadsstyrelsen att ta ställning till konsultvalet innan vi kunde komma vidare och diskutera datoranvändning med våra sidokonsulter. Vi såg självfallet det som en fördel om det funnes erfarenhet hos dessa redan i starten. Detta var dock inget villkor när byggnadsstyrelsen gjorde sitt val.

Intergraph föll bort direkt då det var alltför avancerat och dyrt för oss. RUCAB bedömdes allmänt som ett bra, kanske det bästa, programmet för oss arkitekter. Men det fanns bara i Göteborg och hade dåligt stöd i Stockholm. Vi lämnade detta, då vi i ett inledande skede utan någon egen kompetens var beroende av lätt tillgängligt stöd i vårt arbete.

GDS och Medusa har båda sitt ursprung i Cambridge. GDS är ett system som är mer avsett för arkitektarbete medan Medusa avsågs mer för konstruktionsarbete. Medusa hade också utvecklats av Arne Jonssons konstruktionsbyrå, ur vilken CADE så småningom avsöndrades som ett särskilt bolag för programutveckling och marknadsföring av systemet.

Här var valet svårare. Det underlättades inte heller av att Medusa fanns i två versioner dels en CV och dels en Prime Medusa. Arcona hade satsat på Prime-versionen och det hade några entreprenörer också gjort. Vi var intresserade av att vår information i så stor utsträckning som möjligt skulle kunna nyttjas under byggtiden. Erfarenheterna från Bollnäs-projektet såg vi som väsentligt stöd. De erfarenheterna fanns hos CADE som också utvecklade CV-versionen av Medusa. Vi kände också att stödet i andra avseenden från CADE skulle vara värdefullt under ett uppbyggnadsskede. Samtalen med HJS öppnade också en möjlighet för oss att starta arbetet hos dem för att när vi blivit litet mer varma i kläderna etablera oss hemma hos oss. Vi uppfattade att även Arcona var beredd att ge oss ett motsvarande stöd i ett inledande skede.

När vi kommit så här långt bestämde vi oss för Medusa. Medusa verkade ha den största utvecklingspotentialen och vi skulle som nybörjare få det bästa stödet genom den organisation som fanns runt systemet. Men skulle vi välja CV eller Prime-versionen? Det som fällde utslaget här blev bl.a. vår bedömning av hur utbildningen och introduktionen bäst skulle ske. Vi var i detta skede beroende av att utbilda oerfarna människor i en som

vi såg det komplicerad teknik. De krav vi ställde på utbildningen var att den skulle ske som en direkt start av projekteringsarbetet för Blandaren. Utbildningen skulle så omärkligt som möjligt övergå i projektering. Den skulle ske i en miljö som skulle vara så van som möjligt för de som skulle utbildas. Utbildningen skulle ske så nära geografiskt sett vårt kontor på Söder Mälarstrand som möjligt.

De här uppställda kraven ledde till att utbildningen helst skulle ske på ett arkitektkontor som låg i närheten och som var beredd att ge oss den support vi önskade under ett inledande skede. HJS uppfyllde väl dessa våra önskningar. De hade kapacitet för vår utbildning och kunde ställa upp med arbetsstationer under ett inledande skede hemma hos sig. Därmed skulle vi också få tillgång till stöd av erfaren handledare under de första tiden.

Genom valet av CV-Medusa kunde vi också få stöd i uppläggnings och planeringen av projektet genom CADE och främst där genom Anders Follin och Ingvar Thörnblom.

Vi skulle också genom CADE få möjligheten till en pool för samordningen av samtliga konsulters datorprojektering. Med CADEs hjälp skulle vi också kunna bygga upp vår egen utrustning. Valet föll således på Medusa och CV-versionen. Och så var vi på spåret.

## INTRODUKTION

Konstruktör blev Jakobsson & Widmark som har stor datorerfarenhet. De arbetade med BERIT och GDS men inte med Medusa. VVSkonstruktör blev BSkonsult som mycket begränsad erfarenhet av datorprojektering. Elprojektör blev INPROJ som hade erfarenhet Medusa och var kopplade till DAPAB. Alla hade erfarenhet av projektering av polishus. De markerade också klart intresse för en samordnad, integrerad projektering på dator. Därmed kunde vi gå vidare på linjen större datorsystem med minidatorutrustning eller motsvarande. Vi blev också överens om att alla skulle arbeta med CV-Medusa och ha CADE som pool.

Under tiden vi sökte oss fram till val av datorstöd pågick förhandlingarna med byggnadsstyrelsen och oss i konsultgruppen. Avtalet blev till under 4e kvartalet 1986 och gav oss inte något särskilt stort utrymme för äventyr i datorvärlden. Projekteringen måste ske inom den ram som byggnadsstyrelsen bedömde som normal för denna typ av byggnad. Vi hade alltså en snäv kostnadsram att hålla.

Vi var dock inom gruppen överens om att vi skulle med gemensamma krafter söka klara projektet inom de ramar som fanns.

Under tiden sökte vi nya medarbetare för projektet. Bland de sökande fanns en, Harry Klava, som hade datorerfarenhet och starkt intresse att arbeta med Medusa i ett projekt. Det blev han som tillsammans med Rolf Forsberg fick sätta sig på skolbänken. I valet att lägga utbildningen antingen hos CADE eller HJS valde vi HJS av skäl vi nämnt ovan. Vi

skrev avtal med HJS om utbildningen och om disposition av en arbetsstation, som efter ett antal månader skulle flyttas över till vårt kontor. Första steget i projekteringen av systemhandlingarna utfördes vad avser datordelen på dator hos HJS. Därefter flyttades arbetsstationen över till vårt kontor men den var då fortfarande fast anknuten till HJS Prime-dator. En linje till CADE etablerades då från vårt kontor via modem. I slutfasen av projekteringen lämnade vi den konstruktionen och skaffade egna självständiga arbetsstationer, VAXstation 2000.

Arkitekter älskar nog inte spontant datorer. I vart fall märktes inte det på vårt kontor. Det var därför med en avvaktande hållning som kontoret följde våra diskussioner om att ge oss in i datorvärlden. Vi hade dock redan skaffat några persondatorer (Apricot), mest för att skriva på. Det var dock bara några få som gett sig på den och den var inte heller så helt lätt att arbeta med. Vi använde den också i bokföringen

Med den bakgrunden föreföll Medusa-världen för de flesta av oss främmande. Jag var lockad av den och tyckte mig ha skäl att satsa på den. Men den inställningen delades inte av många. Man kände datorn som ett hot mot möjligheten att göra god arkitektur. Ett hot både ekonomiskt och arbetsmässigt. I samband med att vi startade projekteringen hade vi ett inbrott på kontoret och våra persondatorer stals. Vi fick nu ett tillfälle att ompröva vilket fabrikat vi skulle skaffa i stället för de stulna. Valet föll på Macintosh SE. Snart kompletterades de med en laserskrivare och nu hade vi en lätthanterlig utrustning som snart alla hade bekantat sig med. Efter en begränsad utbildning skriver nu alla på kontoret på Macen. Och ser den som en tillgång och vill vandra vidare in i dess möjligheter.

Kanske har detta sätt att ganska lustfyllt vandra in i datorvärlden bidragit till att nyfikenheten på Medusa har vuxit till en uttalad vilja från allt fler att få börja lära sig hantera Medusa i våra VAX-datorer. Det mål vi nu kommit överens om är att inom en rimlig tid skall alla ges möjlighet att plocka fram en ritning på skärmen och kanske också plotta ut den. Likaså skall alla kunna gå in i inlagda 3D-modeller och vandra runt och titta på den från olika håll. 3D-programmets möjligheter och fördelar i tidigt skissarbete är så uppenbara. Några har redan börjat nosa på dessa möjligheter. Attityden till datorn som medarbetare präglas nu av acceptans och avvaktande intresse. Främlingskap övergår så sakta i vänskap.

## ORGANISATION OCH ARBETSMETODER

I och med att datorn gjorde sitt intåg på kontoret försvann den omedelbara kontakt med medarbetarnas projektering som jag varit van vid. Det gick inte längre att bara gå förbi och titta på vad som fanns på ritbordet. Att titta på skärmen gav ingen information annat än möjligen om någon detalj. Även om vi har en plotter på kontoret, tar utplottningen så mycket tid att den inte kändes som möjlig med den tidspress vi arbetade under. Bristen på handlingar upplevdes även av beställare och brukare.



En viss erfarenhet har alla på ett kontor om hur lång tid det tar att rita en viss ritning. Nu kom en ny faktor in. Datorn. Hur lång tid tar det att rita med den? Idéer om det fick vi från CADE. Men i vårt arbete var vi hänvisade till våra egna bedömningar.

Som projekteringsledare kände vi vårt ansvar att tiderna skulle hållas gentemot byggnadsstyrelsen. Det okända i hanteringen motiverade att vi satsade på att bli klara två månader före leveransen till byggnadsstyrelsen. I vanliga projekt kan man nästan alltid parera tidsnöd med att sätta in flera personer. I Blandaren hade vi starkt begränsade resurser i form av en arbetsstation och två utbildade varav den ena dessutom var handläggande. Vi hade i princip möjlighet att gå över till HJS och låna en arbetsstation där. Det gjorde vi några gånger men olägenheterna med avståndet var så stora att vi avstod.

Rolf blev som handläggare under den intensiva senare delen av projekteringen så hårt belastad att hans möjlighet att sitta vid datorn blev så gott som helt obefintlig. Resultatet blev mycket övertid för Harry och svårigheter att hålla planerade leveranstider. En bidragande orsak var att vi i en tidig optimism bestämde oss för att rita även fasaderna på datorn.

Samarbetet inom en konsultgrupp är starkt beroende av att var och en kan hålla tider man planerar, att ritningsunderlag kommer fram i rätt tid osv. I stort kan man nog säga att alla inom gruppen saknade erfarenhet. Alla visste dock att alla gjorde så gott de kunde eller litet till. Toleransnivån var hög även när påfrestningarna var stora.

Möjligheten att lätt ändra en ritning var ett av våra argument för att ge oss in i datorvärlden. Verkligheten gav oss en mer nyanserad bild av datorns möjligheter. För mig som inte haft tillfälle att tränga djupare in i datorarbetets villkor blev konsekvenserna av önskade ändringar ständiga överraskningar. En del ändringar som jag trodde skulle vara lätta att göra visade sig vara svåra och andra tvärtom.

Till stor del berodde svårigheterna eller den tid det tog att genomföra ändringarna på att vi så småningom fick tunga informationstäta ritningar. Skälet var att vi lagt upp planerna i skala 1:100 och gjort så få delningar av byggnaden som möjligt. Det som kunde upplevas som enkla ändringar kunde därför ta lång tid. Den råd lyder är vis säger man men i det här fallet var nog vår rådgivare litet väl optimistisk. Nu har jag lärt mig att så fungerar alla datorexperters - annars borde de nog välja ett annat jobb.

Andra skäl kunde vara att en byggdel kunde ha ett beronde av andra delar på ett sådant sätt varje liten ändring förde med sig omfattande konsekvensändringar som datorn ännu inte hade program för att automatiskt följa upp. I andra situationer visade sig programmet ge förutsättningar för omfattande ändringar med liten arbetsinsats.

Vi hade tidigt stannat för en fönstertyp som var väsentlig för byggnadens arkitektur. Vi visade lösningens praktiska och funktionella genomförbarhet. Vi blev tvingade att gå hårt fram med besparingshyveln över



projektet för att det skulle kunna lotsas genom departementets prövning och godkännande. En förenkling av fönsterkonstruktionen blev ett krav och vi måste studera om fasaderna i ett relativt sent stadium.

Nu hade vi glädje av datorn. I vår tidiga optimism hade vi ritat fasaderna på datorn. Tack vare detta kunde vi snabbt ta fram nya fasader och studera de förändringar som blev nödvändiga. Utan datorn skulle vi i det läge inte orkat med att göra dessa studier av alternativ på ett så kvalificerat underlag som datorn nu gav oss. Det gick snabbt att ändra och snabbt att få fram nya rena ritningar att ta ställning till och att arbeta vidare på.

På motsvarande sätt gick det också snabbt att ändra de delar på en ritning som inte stod i komplicerade beroenden av andra delar. Snabbheten att ändra en detalj är en avgörande kvalitetsegenskap för systemets nytta i projekteringen

Sammantaget är mitt intryck att datorn redan nu underlättar ändringar under projekteringstiden. Och bättre blir det med pågående programutveckling och när vi lärt oss att inte belasta varje ritning med alltför mycket information. Skalan kommer i fortsättningen att vara 1:50.

## SLUTSATSER

En vanlig bild av projekteringen är en successiv beslutsprocess som går från överordnade till detaljerade beslut. Erfarenheten av vårt projekt där vi använt datorn i tidigt systemhandlingsarbete är att datorn tvingar fram ställningstaganden i detaljfrågor i mycket tidigt stadium. I sig är detta inte främmande för normalt projekteringsarbete heller. Projekteringsprocessen är pendlade iterativ. Detaljarbetet blir dock mer omfattande och upplevs som viktigare än när man ritar för hand. Detta är ett intressant psykologiskt fenomen i sig. Det viktigaste är dock kanske att det ger motiv för att fundera över hur en rationell projekteringsprocess skall se ut. Det är inte självklart så att man skall gå från helhet till del. Det kanske utvecklas en mycket mer levande arkitektur om arbetet startar i detaljer, föreställningar om rum eller element, färger och ljus. En byggnads karaktär skapas i hög grad genom dess detaljer. Här finns utrymme och motiv för en vidare studie i dessa frågor.

Vi vill inte se datorn som en ritmaskin hanterad av en operatör. Datorn är intressant först om den blir ett arbetsredskap i skissande och projektering. Hjälpmedlet skall i vart fall på sikt kunna hanteras av arkitekterna själva. Inte märkvärdigare än den ordbehandling alla på kontoret nu behärskar.

Datorinsatsen skall vara ekonomiskt motiverad. Den får inte upplevas som en belastning på kontorets ekonomi eller som att den hindrar oss att nå vårt mål: god arkitektur.

Medusas 3D-program visar sig vara ett utmärkt och snabbt hjälpmedel i tidigt skissarbete. Fast här måste vi ha en specialist som lägger in infor-

mationen men vi siktar till att var och en skall kunna vandra runt i modellen.

Vi skall sträva efter att sprida kunskap om datorns möjligheter att ge de olika medverkande i byggprocessen ny och relevant information. Vi skall fortlöpande öka antalet medarbetare som kan arbeta vid arbetsstationerna. Vi kommer också att öka antalet arbetsstationer. Informationen i datorn skall göras tillgänglig genom kanske veckovisa utplottningar. Här kan möjligen kostnaderna för detta verka hämmande. Kapacitetsbrist på kontoret kan numer lösas genom att kopieringsanstalterna nu börjar erbjuda tjänster i detta avseende.

Ett bestående intryck från den för oss litet osäkra inledningsperioden är den öppenhet och hjälpsamhet som alla visade och den beredskap att stödja en nykomling som fanns. Det satte vi stort värde på.

## Handläggande arkitekt:

Rolf Forsberg,

Bo Kjessel Arkitektkontor AB, Stockholm

### MOTIV OCH FÖRVÄNTNINGAR

Bo Kjessel var initiativtagare och den som drev CAD-frågan. Ett skäl att satsa på tekniken var att andra yrkeskategorier var på väg in i arkitektbranschen med hjälp av CAD-tekniken och befarades kunna ta över delar av vårt arbete. Istället för att avvisa tekniken gällde det att ta den till sig och utnyttja dess fördelar på bästa sätt ur vår egen yrkesgrupps synvinkel. Det gällde att behålla och förstärka kompetensen hos det mindre arkitektkontoret trots att investeringskostnaden föreföll ovanligt stor.

Personalens intresse för detta var till en början ganska svalt. Många frågetecken var förknippade med den nya tekniken. Skulle arkitekturen som sådan påverkas negativt, hur skulle organisationen påverkas, vilka skulle utbildas, skulle kontoret klara den ekonomiska påfrestningen. Personalens förkunskaper bestod i att kunna hantera kontorets ordbehandlingsystem. Ett viktigt skäl var också att det fanns ett projekt som var stort nog för integrerad datorprojektering.

Jag hade föreställningen att CAD-hanteringen skulle rationalisera vårt arbete, att ritandet på dator skulle vara snabbare än konventionell hantering. Exaktheten i handlingarna var en annan positiv förväntan, dock med undantaget att den personliga stil som präglar en handritad ritning skulle försvinna.

En CAD-utbildning skulle innebära att attraktiviteten på arbetsmarknaden skulle öka. Att lära sig CAD skulle också innebära att man aktivt kunde delta i den allmänna debatt om tekniken som började ta fart.

Trodde att ritandet på CAD hade större likheter med konventionellt ritande, dvs att varje linje ritades som en sådan.

## INTRODUKTION

Två utbildningsalternativ förelåg i slutskedet, HJS eller CADE. Att utbildas och arbeta i en invand arkitektkontorsmiljö bedömde vi vara en fördel. Dessutom skulle vi kunna påräkna visst stöd och kapacitetsförstärkning av HJS-folk om detta skulle visa sig nödvändigt. Närheten till vårt eget kontor var en annan fördel med HJS-alternativet.

Utbildningen hos HJS skedde under 2 intensiva veckor där de olika momenten förklarades. Alla genomgångar skedde framför bildskärm, med en instruktör och två elever, jag själv utan förkunskaper, Harry Klava med stora förkunskaper på andra system samt ett brinnande intresse och i besittning av en betydande "datamognad". Jag upplevde tempot i utbildningen som väl högt. Det gavs små möjligheter till egen träning.

Siktet var inställt på att så snabbt som möjligt börja tillämpa kunskaperna på projektet. Hade svårt att förstå sambanden mellan olika delmoment i systemet under utbildningstiden, att kunna se samspelet mellan enskilda operationer och deras plats i helheten. Detta klarnade först vid senare tillämpningsövningar där man själv stötte på problem och prövade sig fram till en lösning.

Vi började tillämpa kunskaperna på projektet i direkt anslutning till utbildningen. Detta var betydelsefullt för att behålla och öva upp färdigheterna i en verklig projekteringssituation. Vi delade upp huset i olika arbetsuppgifter där var och en hade ett huvudansvar. Fasader, sektioner, huvuduppläggning av planer, X-symboler samt kommunikation med konsulter sköttes av Harry Klava, medan jag använde mina datorpass till hantering av innerväggar. Kombinationen med handläggarskapet tillät inte att jag tog på mig större del än att jag kunde hålla liv i mina förvärvade kunskaper.

Vi hade som regel tillgång till en arbetsstation där vi till en början växlade pass på fyra eller åtta timmar.

Angående arbetspassens längd förde vi diskussioner om att halvdagspass var max för vad man skulle klara mot bakgrund av stålningsrisker och annat. Denna målsättning visade sig senare vara omöjligt att leva upp till.

## ORGANISATION OCH ARBETSMETODER

Under systemhandlingsskedet rådde en osäkerhet om MEDUSA-systemets möjligheter. Dess standard har under arbetets gång successivt förbättrats, t.ex. vägghenyn.

Vi räknade med att sk "mängdavgiftning" skulle ske i kalkylskedet vilket innebar att uppgifter om ytterväggars sammansättning, innerväggars höjder och öppningars läge i höjddled m.m. matades in.

Skiktade ytterväggar lades in också med den baktanken att användas senare vid detaljprojektering. Detta skapade onödigt tunga ritningar och gav ej särskilt stort utbyte vid ritandet av byggdetaljer. Det underlättade dock för K vid överförandet av betongdelarna. Vid skala 1:100 på planer blir det aldrig aktuellt att redovisa väggar skiktade. Detta kan dock förekomma i skala 1:50.

Vi hade en hög ambition att lägga in riktig information redan i systemhandlingsskedet. Detta för att slippa gå in och ändra i bygghandlingsskedet. Någon tid fanns egentligen inte avsatt för detta utan fördelningen mellan skedena följde den gängse modellen. Skedesövergången mellan system- och bygghandling blev smidig i jämförelse med normal projektering, då man i regel sätter in stora resurser på att ta fram 1:50-delar. Eftersom projekteringen på skärmen är "skal-lös" uppfattar man inte de olika skedena särskilt mycket utan det hela har karaktären av en sammanhängande process.

Antalet CAD-ritningar var i bygghandlingsskedet 68 st (av totalt 157). Dessa producerades av 1 (en) person. Stor möda lades ner på detaljstudier. Besked om dimensioner från K, V och E ville vi ha så väl underbyggda att de skulle hålla även i bygghandlingsskedet. Det visade sig svårt att tillmötesgå dessa krav på tillförlitlighet i ett så tidigt skede.

Vår egen CAD-kapacitet har varit ett problem. Eftersom vi förfogade över endast en arbetsstation tvingades vi prioritera bland ritningsleveranser som alla kändes lika angelägna. Det innebar exempelvis att fasader fick en låg prioritet eftersom konsult-gruppen i första hand efterfrågade planer. Detta fick i sin tur till följd att viktiga utformningsfrågor blev obesvarade till ett ganska sent skede i projekteringen.

## SLUTSATSER

Lönsamhetskravet på själva datorhanteringen har successivt skärpts under den tid vi haft tekniken. En betydande del av tiden i detta första projekt får anses vara utbildning i den meningen att man prövar nya och alternativa arbetssätt, testar systemets möjligheter och kapacitet samt gör en och annan felbedömning. Under utbildningen och tiden på HJS var ekonomin väldigt påtaglig eftersom varje minut innebar ett tillägg utöver ordinarie lönekostnad. Kaffepaus vid arbetsstationen var regel.

Projektet hade påbörjats med konventionell ritteknik vilket innebar att det underlag som fanns när CADprojekteringen startade hade god standard rent grafiskt men saknade de nödvändiga måttuppgifter som måste vara utredda innan materialet läggs in på datorn. Detta var en omständighet som påverkade förarbetet ganska radikalt eftersom skisser och utredningar nu måste åtföljas av fullständiga måttuppgifter. Att utreda sådant framför skärmen blev dyrbart.



Att rita systemhandlingar på CAD i skala 1:200 innebär i praktiken att den information som läggs in skall ha samma kvalitet som man ritade bygghandlingar i skala 1:50.

Delritningar i skala 1:50 borde tas ut som skissunderlag även om presentationsskalan är 1:100.

Detaljeringsgraden på grafiken bör anpassas till ritningsskalan. Man blir lätt "skalblind" vid bildskärmsarbete eftersom man väljer att arbeta i den skala som passar bildskärmen. Förenklingar som på den färdiga ritningen ser bra ut kan på skärmen verka grova och otympliga. Vid skalor 1:100 och mindre kan grafik som ritas med "1:50-innehåll" flyta ihop på ritningen.

Det finns ett motstånd mot att göra skissmässiga lösningar med CAD-teknik, som i viss mån har sin orsak i att man upplever en typ av "verklighet" på dataskärmen som skiljer sig i precision och exakthet från ritningens "verklighet". Detaljer som på den färdiga ritningen kommer att uppfattas som ovidkommande kan på skärmen få en viktig betydelse. Detta har delvis att göra med att dataskärmens linjer är lika tunna och precisa oavsett vilken skala man väljer.

Eftersom projektets planform och geometri är komplicerad gjordes måttstudier för fasader direkt i datorn. Detta innebar en långt gången måttsamordning redan i systemhandlingsskedet vilket betalade sig i bygghandlingsskedet.

Jag tror att vi missbedömde arbetsbördan i förhållande till kapaciteten när vi tog beslut om att rita fasader och sektioner på CAD. I efterhand tycker jag dock att erfarenheten är värdefull. Beslutet att ändra fönstertyp mitt i bygghandlingsskedet hade varit betydligt svårare att acceptera om vi inte hade haft fasaderna på CAD. Nu hade vi möjlighet att studera konsekvenserna av detta på ett fullständigare sätt.

Till att studera komplicerade geometriska förhållanden i plan och sektion och för att erhålla exakta måttförhållanden på byggdelar är CAD ett utmärkt hjälpmedel.

Bildskärmens storlek gör att det är svårt att få en tillräckligt bra överblick på hela ritningen. För detta krävs att man plottar ut ritningen. Plottning är en tidskrävande process som också stör projekteringsarbetet vid skärmen. Plottning borde ha skett oftare. Vissa klagomål från beställare och brukare beträffande för glesa ritningsleveranser förekom. Man kände en osäkerhet om beslutade åtgärder från A- och B-möten hade verkställts.

Kommunikationen mellan konsulterna via POOL, fungerade inte tillfredsställande. Det gick i regel fortare att skicka ritningar via band till POOLen än via telelinjen.

Folk som arbetade på kontoret klagade ofta över bristande insyn i projektet. Vi tvingades ibland att ta snabba beslut på platsen utan att förankra dessa. Detta upplevdes som ett dilemma för BK.

Revideringar under projekteringen måste göras med extra tydliga markeringar för att kunna uppfattas även om man bara avläser sin skärm. Det var irriterande att till synes enkla revideringar innebär en omständlig behandling i datorn.

Jag tror att man tvingas strukturera projekt mer än vad vi gjorde i systemhandlings-skedet. Dels i delar där ett djupare studium betalar sig i ett senare skede, dels i delar som ges en schematisk grafik.

Plottningstiderna i projektens slutfaser blir så omfattande att de måste få ett utrymme i tidplanen. För Linköping uppgick slutplottningstiden till mellan 70 och 100 timmar.

Delritningar i skala 1:50 borde tas ut som skissunderlag även om presentationsskalan är 1:100.

Samordningsplottning underlättar samordningen av installationer och byggnad. Antalet dokument minimeras och kollisionpunkter och avvikelser mellan konsulterna framgår tydligt. Vi gjorde en plottning i varje skede. Någon omgång visande det färdigsamordnade läget har ej tagits fram. En sådan omgång borde fylla en viktig funktion på arbetsplatsen som orienterande handling och som samordningsunderlag för generalentreprenören.

Om flera personer är inblandade i den inledande fasen är kommunikationen mellan dessa viktig. Frågor rörande arbetsmetodik, rutiner m.m. bör penetreras noggrant.

Företagets struktur med en chef plus en relativt homogen grupp av medarbetare gjorde att målsättningen med projektörer, inte operatörer, vid CAD-arbetsplatsen kändes naturlig. Det visade sig dock ligga en svårighet i att kombinera traditionella arbetsuppgifter med det egentliga CAD-arbetet. CAD-personen blev som regel hårt belastad och hade en stor del operatörsarbete på sin lott.

Som handläggare för projektet har jag haft nytta av utbildningen framförallt genom att kunna delta i planeringen av CAD-arbetet och fått förståelse för de arbetstekniska problem som varit förknippade med detta. Bildskärmsarbetet har upptagit för liten del av tiden för att medge någon större förkovran och för att ge tillräcklig effektivitet.

Mitt arbetssätt och arbetsinnehåll har påverkats mera av det faktum att vara handläggare för ett större projekt än av införandet av ny teknik. Kontorets struktur innebär att "alla gör allt", dvs handläggare har tidvis även operatör/ritaruppgifter.

Uppfattar min nuvarande roll beträffande CAD som att kunna göra bedömningar om hur tekniken kompletterar projekteringen i sin helhet.

Jag är förvånad över att vi inte råkade ut för något "haveri" under hela projekteringen. Hade hört många tråkiga historier om detta och hade uppfattningen att det var legio att tappa en ritning lite då och då.

Säkerheten mot incidenter anser jag vara tillfredsställande. Tror att handläggansvar och CAD-ansvar hade varit omöjligt att kombinera.

Tidsuppskattningar av CAD-insatser har varit svåra att göra, dels pga att projektet är det första vi gör, men även pga att förväntningar om rationalitet är förknippade med tekniken som sådan.

## Datoransvarig arkitekt:

Harry Klava,  
Bo Kjessel Arkitektkontor AB, Stockholm

### INTRODUKTION

Jag lärde känna projektet, Medusa och en rad nya arbetskamrater på en gång, i och med min anställning hos Bo Kjessel. Det började med en rivstart i november 1986. Två veckors utbildning hos HJS. Jag satte mig på skolbänken tillsammans med Rolf Forsberg, som skulle handlägga projekteringen av förvaltningsbyggnaden i Linköping.

Medusa är ett omfattande system för datorstödd byggnadsprojektering. En ambitiös kursplan kräver högt tempo för att hinnas med under två arbetsveckor. Jag hade äntligen möjlighet att stilla min nyfikenhet, så jag uppfattade inte att det gick fort förrän vi märkte att Rolf hade svårt att hänga med.

Visserligen är jag arkitekt som Rolf, men jag har levt med datorer mer än hälften av min tid sedan 1980. Jag har till och med sålt mina tjänster som programmerare. Att sätta en hackertyp som jag på samma skolbänk som en visserligen motiverad, men ovan datoranvändare var ingen idealsituation. Vår lärare, Gerhard Rombach, lockades in i alltför intrikata förklaringar av mina nyfikna frågor. Rolf, som lärde sig fantastiskt snabbt, kom ändå på efterkälken. Jag tror att detta tärde på både självkänsla och motivation.

Utbildningen övergick successivt till projektering. Vi satt kvar vid samma bildskärmar under hela systemhandlingsskedet. Vi hade tillgång till Gerhard för alla problem vi stötte på. Jag minns inte att vi behövde fråga honom om särskilt mycket, men vi befann oss i en professionell omgivning. Vi såg hur hur CAD-ritningar ser ut i alla stadier. Vi såg hur även erfarna projektörer sliter sitt hår. En idealsituation inför en okänd och svår uppgift.

Inledningsvis var det svårt att komma till rätta med Medusa-BYGG's ritteknik. Jag fick retfulla måttfel om jag ritade högt upp till vänster på ritningen. Vår programleverantör, CAD Engineering, konstaterade att det berodde på bristande noggrannhet i en del av deras program. Det var bara att vänja sig tills nästa revision kom. Medusa-BYGG ritade flerskiktstvågg på ett sätt som satte programmets automatiska vågganslutningar ur spel. Efter hjälp från CADE och mycket experimenterande lyckades jag definiera ritregler för en flerskiktstvågg som klarade problemet. I november 1988 kunde Medusa-BYGG inte byta ut en ritad vågg automatiskt. Man var tvungen att rita om. Därför började vi utnyttja X-symboler, en helt ny funktion, som ingen hade erfarenhet av. Också detta kostade en hel del lärotid.

Trots trasslet och tack vare en alert hjälp från CAD Engineering kom vi igång ganska snabbt. Ca två veckor efter utbildningen kunde vi börja rita på allvar. Efter ytterligare två veckor hade vi ritat samtliga planer (yttervågg utan fönster, innervågg endast längs korridorer). Vi kunde leverera de första datorritningarna till resten av konsultgruppen strax före jul 1986.

Erfarenheterna av att rita planer med datorstöd var uppmuntrande. Sektioner och framför allt fasader borde vara ännu lämpligare för datorn. Massor av likadana fönster. Vi beslöt att prova, trots vår läromästare Gerhards försäkran att det enda som lönar sig att rita på dator är planer.

## ORGANISATION OCH ARBETSMETODER

Efter årsskiftet 1986/87 började allvaret. Fasaderna hade studerats endast som en principiell 6 meters modul. Nu skulle principen tillämpas. Två fasadtyper var uttänkta, en stenfasad mot gatan (BF-block) och en plåtfasad mot gården. Och så lite varianter t ex helt glasade trapphus. Jag började definiera de två principlösningarna om 6 m som X-symboler. En för varje fasadtyp.

Ganska snart födde grundsymbolerna döttrar. Varianter behövdes för möten i hörn eller mellan material. Varianter behövdes för speciella fönstersättningar. Varianter behövdes i så stor utsträckning att jag tappade räkningen flera gånger om. De två grundtyperna hade blivit fler än tvåhundra när systemhandlingarna var klara. Byggnaden som från början såg ut att vara konsekvent tänkt visade sig bjuda på unika mått i nästan varje hörn.

En tomtutredning från 1979 hade fastställt kostnadsramar och låst principerna för planform och mått-system. Kompletterande funktionskrav och strävan efter en modernare utformning hade rört om i de ursprungliga idéerna. Som arkitektskolad datoroperatör led jag av att komma in alldeles för sen i en strikt beslutsprocess. Det var bara att ro båten i hamn. (Det här var mitt första KBS-jobb. Undrar om det alltid är så här med dem som beställare.)



Plötsligt tog det alltså tid. Mer tid än vad jag kunnat föreställa mig. Våra kolleger i konsultgruppen väntade på våra leveranser för att komma vidare med sitt arbete. När K, V och E väl kom igång fick Rolf mer att göra som handläggare och hade mindre tid att sitta framför datorn. Jag satt allt längre pass framför datorn, alltså hos HJS. Fick mindre tid att förbereda arbetspassen och ventilerade problemen med övriga medarbetare. Uppstod ett problem, t ex ett möte mellan väggar som inte var förutsett och löst, gick det ofta fortast att själv klura ut en lösning. Men detta tog tid från det jag egentligen borde göra.

Arkitekter är kända för sitt engagemang i de projekt som för tillfället sysselsätter dem. Vi sitter ofta och jobbar till långt in på natten när det närmar sig inlämning. Vi är hängivet roade av det vi sysslar med. I dessa avseenden skilde sig inte systemhandlingsskedet för projekteringen kv Blandaren. Trots att vi fick skjuta på inlämningsdatum blev det ordentliga nattmanglingar på slutet. Det skylldes då på att datorn krävde en extra insats i början av en projektering, en insats som senare skulle betala sig. Nu undrar jag om denna slutsats var riktig.

Visserligen kräver datorn att man tänker sig för i inledningsskedet. Ett fel i början blir med säkerhet många fel efter ett tag. En rationell användning av CAD bygger på flitig upprepning. Plan 2 i ett hus skapas genom revideringar av en kopia av plan 1. Men just upprepningen leder också till snabba resultat när de grova tagen ska tas. Hur mycket mindre rationella har inte de många små ändringarna under arbetshandlingsskedet känts.

Någon klok filosof har sagt att kreativitet förutsätter inlämningsstress. I en kreativ situation beslutar man sig inte förrän man absolut måste. Och det blir alltid för sent om man önskar sig en bekväm arbetstakt.

När systemhandlingarna lämnats blev det en andhämtningspaus. Jag flyttade "hem" till kontoret. Hade ju suttit mer än heltid hos HJS under vintern. Vi skulle få över den arbetsstation HJS skaffat för vår räkning under våren 1987. Under tiden skulle jag skissa på en del svaga punkter i huset.

Det kändes mycket konstigt att arbeta vid det manuella ritbordet, efter månaderna med intensivt arbete framför bildskärmen. Kände mig nästan handikappad. Nu måste jag plötsligt mäta med skalstock för att sätta ett mått. Måttet på papperet var så oexakt. Jag kunde inte längre kolla en väggs tjocklek för att se vilken väggtyp det handlade om. Det värsta var en utredning om hur vårt standard-fönster kunde användas i en cylindrisk vägg. Jag var tvungen att räkna i en komplicerad geometri med sinus och cosinus och allt möjligt. Då längtade jag verkligen efter datorn.

Under maj 1987 fick vi den länge efterlängtade förbindelsen till HJS. (Den som behöver televerkets tjänster får komma ihåg att han har med en gammal mäktig statlig myndighet att göra. Allt tar sin tid.) Vi flyttade över vår arbetsstation från HJS. Kopplade in vår nya ritmaskin (=plotter). Och förväntade oss att det bara skulle vara att köra vidare. Vi hade fortfarande samma dator. Men vi hade en ny ritmaskin, en

CalComp 1041. Och den kunde inte rita lika långt ut på kanten av papperet/ritfilmen som HJS trotjänare HP 7585. Vår tog bort 19 mm längs alla kanter. Hos HJS hade vi bara förlorat 14 mm. Vi blev nu tvungna att rita på råformat och sedan skära rent originalen. Dessutom hade vår ritmaskin ett så högt tryck under de rullar som håller ritmediet på plats att den film och det papper vi använt hos HJS deformerades och spårade ut. Vi var tvungna att leta rätt på nytt material. Det tog mer än en månad innan allt fungerade smärtfritt. Till råga på eländet hade vi lagt upp projektet på en specialblankett för HJS. Ritade vi på råformat kunde vi lika gärna rita på en blankett som följde SIS-standard. Det var bara att byta ritningsramar och stämplrar på alla ritningar i datorn. O s v...

Datortekniken kräver en hel del extra arbetsinsatser av detta slag. Underhåll och systemanpassning. Det går att köpa alla tjänster, men det blir en väldigt dyr lösning i längden. Och otillförlitlig. Du kan säkert inte tillkalla en utomstående en söndagkväll när du sliter för en inlämning på måndag morgon och plötsligt tappar kontakten med datorn, eller din bildskärm fylls av konstiga tecken. Då ska du helst vara tillräckligt kunnig för att spåra felet och om möjligt rätta till det.

Våren och sommaren 1987 var en lugn period för projektet. Alltför lugn. KBS ville pruta. Systemhandlingen hade spräckt kostnadsramen och dessutom avslöjat ett ordentligt räknefel avseende rör och kanallängder på V-sidan. Vi var tvungna att pruta och Rolf satt och letade efter acceptabla besparingar.

Jag ägnade mig åt fasadstudier. Vi hade ett (egentligen tusen) omdiskuterat tvålufts fönster. Det blev vackert men dyrt. Jag plockade fram alternativ. Med datorns hjälp kunde jag under en period hålla liv i 5 fullständigt redovisade varianter av fasaderna mot gatan. Med hjälp av Medusas 3D gjorde jag volymstudier som ledde fram till den slutgiltiga formen på trapphusens tak.

Den här mellanperioden var en stor kontrast till hetsen under systemhandlingarnas slutskede, och till det som komma skulle. Vi avvaktade besked, både egna och andras. Det kändes konstigt att sätta sig vid datorn utan ekonomisk press. Första gången jag satt vid ett eget arbetspass, efter utbildningen hösten 86, räknade jag ut att jag kostade 10 kr i minuten. Då var det en mycket stressande tanke. Nu satt jag framför en dator som kostade lika mycket vare sig jag använde den eller inte. Jag hade frihet att skissa på datorn. Och det var till hjälp, även om det inte var en 'lönsam' hantering.

September 1987 kändes det som den egentliga projekteringen av arbetshandlingar kom igång. Vi blev fler inblandade inom kontoret. Jag fick ett tämligen pressat leveransschema för att hålla medarbetarna i de andra konsultfacken i gång. Samtidigt skulle jag ansvara för detaljer inom projektet. Jag hade ju tänkt så mycket på detaljer medan jag ritade planer och sektioner. För min del blev det snart orimligt mycket att göra. Jag fick avsäga mig ansvaret för detaljerna utan att vi hade någon lämplig ersättare inom kontoret. Vi fick lita till inlånade krafter, vilket var förödande för kontinuiteten.

För egen del tappade jag helt kontrollen över tidplaneringen. Fortfarande långt in på hösten räknade vi med att klara projektet till strax efter årsskiftet. Det visade sig att vi blev helt klara först i april 1988! Jag hade aldrig varit med om ett så stort projekt tidigare, och kunde bara relatera mina uppskattningar av tidsförbrukning i förhållande till den budget vi hade. Det sprack för jämnan. Därmed kom en växande känsla av otillräcklighet. Och en ständig överoptimism. Nästa lilla uppgift borde jag väl klara med rimlig arbetsinsats. Men nej...

Vi på arkitektkontoret led av arbetsbelastningen. Än värre var det egentligen för K, V och E. De fick aldrig en ritning levererad i utlovad tid. I förhållande till förutsättningarna var det ett helt underbart konsultgång att jobba med. Inga sura miner. Knappt en antydning om det besvär vi ställde till. med

Projekteringen drog ut på tiden. Vi hade planerat att ta itu med nya uppgifter under februari 1988. För detta behövde vi mer datorkraft på kontoret. Vi hade beställt egna arbetsstationer: VAXstation 2000. Därmed skulle vi lämna den trygga världen med HJS som pappa, och stå på egna ben. (Ett steg som för samma kostnader skulle ge oss dubbla datorkraften) Men den nya arbetsstationen hade blivit en försäljnings-succé. Digital kunde inte hålla utlovade leveranser. Med de nya arbetsstationerna behövde vi inte vår förbindelse till HJS längre. Av strategiska skäl hade vi flyttat förbindelsen till CAD Engineering i Wennergren Center i stället. När datorerna inte kom fick vi låna CADEs dator. Det innebar ett extra byte av system mitt i den värsta brådskan. Och – där gick en extra arbetsvecka.

## SLUTSATSER

Mitt ansvar för detaljarbetet kräver en kommentar: CAD-teknik i allmänhet och Medusa-BYGG i synnerhet medför en svårighet som blev uppenbar ju längre projekteringen kom. En bildskärm är skallös. Tittar du på en ritning med ett 100 m långt hus i en 19 tums grafisk bildskärm kan du inte urskilja några detaljer. Du måste zooma in, titta på ett förstorat utsnitt av ritningen. Denna zoomning kan du ägna dig åt tills du urskiljer detaljer som är mindre än en millimeter. Någonstans på vägen passerar du den skala som ritningen ska ha när den ritas ut. Men den viktiga skalan 1:1 (relativt till ritningen) manifesteras inte i Medusa. Linjerna på bildskärmen förblir alltid så tunna som dess upplösning medger.

Det enda som kan ge dig en upplysning om skalan är byggdelarnas grafiska representation. Medusa-BYGG är otydlig i detta avseende. Text ritas fönster och dörrar med en drevmån, normalt 15 mm, även i skala 1:100. Denna information är intressant först i handlingar med en så stor skala som 1:20 om man ritat för hand. Jag som inte var van, förleddes av Medusa-BYGGs grafikstandard att arbeta in mycket mer information

än vad som kunde visas på de färdiga ritningarna. Så t ex är ytterväggens alla skikt inlagda i datororiginalen, men aldrig utritade!

Alla anslutningar synliga i planer och sektioner innehåller information motsvarande skalan 1:20. Ritningarna ritades i skala 1:100. En inte direkt lönsam hantering, men den gav mig möjlighet till alla måttutredningar jag behövde. Samtidigt bestämde jag alla förutsättningar för detaljlösningar. Jag tror egentligen att det är en bra arbetsmetod, men i kv Blandaren hade vi för lite CAD-resurser för att fullfölja den inslagna vägen. Här ledde det bara till att jag som datorstödd projektör satte mig på alldeles för mycket information. Jag hann aldrig delge vad jag visste. Andras frågor om det jag visste blev bara en ytterligare stressfaktor.

En måttutredning med hjälp av CAD innebär att man ritar fram en lösning. Datorns noggrannhet ger alla nödvändiga mått. Byggdelar passas ihop genom att flyttas, vridas, spegelvändas eller töjas. Hela tiden kan jag betrakta delarna i lösningen som bilder (och inte som de siffror jag måste räkna fram på ett manuellt ritbord). Och jag kan lätt förändra en mödosamt komponerad lösning utan att förlora det jag redan ritat. I detta avseende tycker jag datortekniken är suverän.

Datortekniken ska inte påverka arkitekturen sägs det. Det sägs kanske för att inte skrämma våra känsliga konstnärssjälar så att vi vänder datorn ryggen. Men när jag försökte knäpa ihop fasaderna på Linköping undrade jag vem/vad som borde svara för anpassningen. Datorn är dum. Den gör som den blir tillsagd. Vi ska aldrig vänta oss att den kan räta ut en krokig tanke.

En investering i ett dyrt CAD-system ska betalas vare sig det används eller inte. För ett litet kontor som vi, får man räkna med att det finns perioder när man inte kan belägga datorn med ritningsproduktion. Det lilla kontoret kommer oundvikligen att ha en lägre nyttjandegrad än det stora hierarkiskt organiserade kontoret. Därmed är det lilla kontoret mycket mer känsligt för investeringens storlek.

## Konstruktören:

Lars Lidén,  
AB Jacobsson & Widmark

### MOTIV OCH FÖRVÄNTNINGAR

Vi på Jacobsson & Widmark har under ett flertal år använt CAD som hjälpmedel i produktionen och har då ritat med systemen BERIT, GDS och under de senaste åren även Auto-CAD. Kv Blandaren var dock vårt första projekt med samordnad projektering på Medusa och vi betraktade oss, trots den tidigare CAD-erfarenheten, som nybörjare. Dock har vår tidigare CAD-erfarenhet varit mycket värdefull och förenklat starten av det här projektet.

Vi förväntade oss att Medusa skulle vara jämförbart med de övriga CAD-programmen. På Medusa Bygg hade vi stora förväntningar främst beträffande möjligheten att resa väggelevationer direkt från planerna. Detta har ännu ej varit möjligt, men i övrigt har MedusaBygg fungerat bra, efter vissa justeringar.

Inför bygghandlingsskedet hoppades vi mycket på Medusa Byggs armeringsenhet.

### SYSTEMVAL OCH -UPPBYGGNAD

Vax är en utmärkt dator för teknisk databehandling och har överlägsna kommunikationsmöjligheter. Medusa införskaffades dels för att två större projekt för Medusa kom in, men framförallt för att vi skulle bli heltäckande vad gäller CAD-system.

För detta projekt utbildades tre konstruktörer. Utbildningen bestod av en knapp vecka på Medusa - efter detta bedrevs utbildningen i produktion. En arbetsplats utformades speciellt för CAD-stationen. Arbetsplatsen har omarbetats efterhand.



Intrimning har skett kontinuerligt, vartefter fel har upptäckts. Dessa har åtgärdats av CADE.

## INTRODUKTION

Utbildningen bedrevs för vår del under två 3-dagars perioder i början av december. Under den första perioden studerades GrundMedusa och under den andra perioden ByggMedusa. Att dela upp utbildningen i två delar är bra, framförallt om man har möjlighet att öva mellan de båda perioderna.

Efter avslutad utbildning dröjde det ca en månad innan vi började rita. Detta uppehåll var naturligtvis till nackdel, man bör för att uppnå bästa resultat, direkt efter utbildningen komma igång och rita i produktion.

Vi tyckte det var lagom att utbilda tre personer i detta skede. Man bör tänka på att utbilda med lite reserv så att man kan klara ett bortfall av arbetskraft utan att hela projektet äventyras.

Vid projekteringsstart i januari 1987 hade vi en arbetsstation till vårt förfogande vilket mycket snart visade sig vara för lite, vi tvingades låna ytterligare en station för att slutföra systemhandlingsskedet. Efter systemhandlingsskedet utökade vi vår Medusa-kapacitet genom införskaffande av ytterligare arbetsstationer. Samtidigt med detta startades ännu ett stort projekt ritat med Medusa. Två stora CAD-ritade projekt (+ något mindre projekt) sam tidigt, krävde en noggrann planering av databeläggningen för att uppnå högsta effektivitet.

## ORGANISATION OCH ARBETSMETODER

I början av projekteringen upplevde vi problem med att få grepp om ritandet. Det var svårt att rita på ett rationellt sätt och att se helheten i arbetet. Eftersom behandling av ritningar tar lång tid, speciellt när ritningarna innehåller mycket information, bör man försöka strukturera arbetet så att tidsförluster undviks.

Här kan stora tidsvinster förmodligen göras om man har en skärm med realtidspanorering och hårdvaruzoom.

Ett specifikt problem med Medusa är att rita sin information i rätt clumpstruktur. Detta för att det i senare skeden ska vara enkelt att redigera ritningarna. Därför måste man i ett tidigt skede bestämma exakt hur man ska lägga upp ritningsarbetet.

Under systemhandlingsskedet skickades hela ritningar då överföringar gjordes mellan konsulterna. Detta kändes omständligt, man bör istället sträva efter att skicka endast de lager där ändringar gjorts.

Det som CAD-ritades i detta projekt var planer och elevationer medan detaljer ritades på konventionellt sätt för hand. Det innebär att ca 60% eller 80 ritningar ritades med hjälp av CAD. Planerna har ritats genom att

lyfta lämplig information från A:s ritningar. På denna grund har K:s information ritats in, måttsättning har skett varefter planerna har armerats. All denna information har ritats på samma ritning men uppdelad på olika lager och har vid presentationen delats upp i tre delar: måttsättning, armering UK och armering ÖK. Skulle det visa sig vara fördelaktigt kan man naturligtvis göra även andra uppdelningar av informationen.

Även elevationerna har ritats med A:s information som underlag. Här har dock arbetet skett på ett annorlunda sätt. Vi har genom att spegla och dela upp A:s fasader ritat upp våra väggelevationer som ju är sedda inifrån i motsatts till A:s fasader. Utifrån detta har vi sedan måttsatt och armerat väggarna. Denna information har vi presenterat på en och samma ritning men uppdelning är naturligtvis möjlig även här.

Under projektet har vi använt 2 st CADstationer kontinuerligt. Dessa har bemannats av två st konstruktörer som har utfört projektering direkt vid stationen. Utöver dessa har även handläggaren CAD-kunskaper och hade i och med det möjligheter att plocka fram information ur datorn. Trots detta upplevdes det som att ritningarna "privatiserades" pga svårigheten för den som ej ritade själv att bedöma kvarstående arbete samt tidsåtgång för detta. Detta kan lösas genom kontinuerlig plottning av ritningar exempelvis 1 gång per vecka. I och med det kan också annan berörd personal (medarbetare i projektet, chefer m.fl) enklare hålla sig informerade om projektet. Utplottning av ritningar skedde vid J&W Datacenter och belastade således ej proj. gruppen tidsmässigt.

Bristen på utplottade kopior var i detta projekt genomgående hos alla konsulter vilket märktes i hur få ritningar som distribuerades inom gruppen. Det var en nackdel för dem som inte var direkt inblandade i produktionen, framför allt beställarsidan, att inte veta vad som hände med projektet.

Inom konsultgruppen motverkade dock samordningsplottningarna nackdelarna med den glesa ritnings-distributionen.

Som tidigare nämnts ritades planer och elevationer med hjälp av CAD. Detta innebar att ca 30% av projekteringen (tidsmässigt) utfördes med data. Det är intressant att det kändes som om 50% av projekteringen utfördes med CAD, förmodligen pga att denna projekteringstyp var ovan för oss och att mycket av intresset fokuserades kring CAD-ritandet.

Pga av den nymodighet som infördes i projekteringen var tidplaneringen svårare än normalt. Även om dataprojekteringen inte stod för mer än 30% av den totalt nedlagda tiden upptog datafrågor en hel del av intresset åtminstone under den tidigare delen av projekteringen.

Dessutom fanns svårigheten att bedöma tidsåtgången för dataritandet både vad gäller totaltid och vad gäller återstående tid på ritning. Den senare bedömningen görs oftast av den som ritar pga den tidigare nämnda "privatiseringen" av ritningarna. I vårt fall innebar inte detta något problem tack vare mycket erfarna projektörer som CAD-projektörer. Den tidspress som uppstod i projektets slutskede berodde dock ej på dataritandet utan snarare på den försening av projekteringen som uppkom

pga prutningsproceduren efter systemhandlingsskedet.. Denna försening på ca 1.5 mån fanns sedan kvar under hela arbetshandlingsskedet.

## SLUTSATSER

Överföringarna skedde i första hand på magnetband under systemhandlingsskedet. Detta var ett ganska smidigt sätt och bör kanske väljas i första hand då stora överföringar ska ske, ett alter nativ är nattöverföring på lina. En stor fördel med samordnad projektering är att alla konsulter använder samma ritningar som grund och att ändringar, förhoppningsvis, genomförs samtidigt hos samtliga konsulter. Det är också för det mesta betydligt enklare att genomföra ändringar vid dataprojektering än vid konventionell projektering. Dessutom ger ritningarna ett utmärkt diskussions-underlag för den fortsatta projekteringen.

För oss som konstruktörer innebar möjligheten att använda arkitektens information en stor fördel. Vi kunde undvika en del dubbelarbete genom att göra om A:s information så att den passade för våra ritningar. Detta innebar visserligen en hel del arbete, framförallt beroende på Medusa:s problem att behandla de sneda fönstersmygar som fanns i det här projektet, men trots detta sparades en del tid jämfört med att rita om all denna information.

Dataritningarna är måttriktiga vilket underlättar mått sättningsarbetet, Medusas måttsättningsautomatik kan användas vilket minimerar fel och dessutom gör mått-granskningen lättare.

Ett problem som hänger samman med detta är plottningen. Samordningsplottning innebär att de olika konsulternas information ritas med olika färg på samma ritning. För att underlätta ritandet behöver man ta fram arbetskopior kontinuerligt, kanske var annan dag.

Då plottningen är en trång sektion drar man sig från detta för att inte belasta plottern i "onödan". En lösning på plotterproblemet kan vara att koppla en enklare plotter (A3?) till varje arbetsstation. På denna plotter kan arbetskopior tas fram, ev i en mindre skala.

Med kontinuerliga samordningsplottningar med vidhängande samordningsmöten kan samordningen stämmas av på ett mycket bra sätt, ev differenser eller kollisions-punkter upptäcks lätt och kan åtgärdas. I detta projekt samordnades enbart planerna på detta sätt men i framtiden bör även detaljritningar kunna utbytas mellan konsulterna. Exempelvis kan A och K samarbeta vid uppritning av detaljer genom att t.ex K ritat upp stommen varefter A kan komplettera med sin information, ritningen kan sen skickas tillbaka till K för ytterligare kompletteringar etc. Denna arbetsform kräver naturligtvis noggrann planering och tidhållning men fördelarna är så uppenbara att detta bör provas.

Vid ritande med CAD är det viktigt att hålla reda på de olika versionerna av ritningarna som man handskas med. Detta kräver en viss disciplin vad

gäller dateringar och att ritningar i och utanför datorn innehåller samma information.

Dataritningar innehåller mycket mer information än det som framträder på den utplottade ritningar, framförallt finns det information om olika materialmängder lagrat i datorn. I projektet ritades all information så att det skulle vara möjligt att specificera mängder. Detta utnyttjades tyvärr ej, men informationen bör vara mycket användbar vid t.ex kalkyler och upphandling. Några nackdelar som fortfarande kvarstår är utplottningen samt datakommunikationen. Plottningen under projekteringen har tidigare nämnts men också slutplottningen kan orsaka problem. För ett projekt av den här storleksordningen behövs med normal arbetsinsats minst en vecka för utplottning. Detta måste således planeras in i tidplanen

Vissa frågor bör besvaras innan man startar ett CAD-projekt:

Hur ser huset ut? Finns det upprepningssvinster att göra eller måste allt ritas upp från start? Hur ser tidplanen ut? Finns det tillräckligt med tid avsatt i början av projektet för att rita upp måttriktiga noll handlingar?

Har vi tillräcklig kapacitet både vad gäller hårdvara som CAD-personal? Måste vi utvidga resp utbilda.

Hur är datakommunikationen mellan konsulterna uppbyggd? Ritar alla konsulter på samma datortyp?

Ritningar producerade med CAD blir generellt tydligare och mer lättlästa än handritade. Detta gör att mindre skalor kan användas. Dock ser vi det som en brist att Medusa endast använder tre pennor, det skulle vara en fördel med ytterligare några linjetjocklekar för att kunna särskilja informationen ytterligare.

Vi har hittills endast använt Medusa till att rita planer- eventuellt kan det - när man har mer erfarenhet - löna sig att rita även detaljer på datorn. Man bör försöka sträva efter att rita informationen på mest ekonomiska sätt och inte låsa sig vid ett visst projekteringssätt.

Sedan detta projekt startades har ytterligare Medusaprojekt startats och ytterligare personal utbildats. Framöver kommer förmodligen allt fler projekt att ritas med samordnad projektering och det betyder att ytterligare personal kommer att utbildas på CAD.

För vår del var det positivt att datorn fördes in i ett tidigt skede. Visserligen tvingades alla konsulterna till ganska tidiga beslut i projekteringen och systemhandlingsskedet blev i och med det något tyngre än brukligt men detta vägs upp av fördelen med att tidigt ha ett genomarbetat projekt.

Under systemhandlingsskedet hade vi bara tillgång till en arbetsstation kontinuerligt. Detta var naturligtvis en nackdel och innebar vid arbetstoppar att vi fick jobba i skift vid terminalen. Helst bör man ha tillgång till någon extra arbetsstation (kanske av enklare typ) för att klara av dessa arbetstoppar på ett vettigt sätt.

## VVS-konsulten:

Stefan Ängeby,  
ENERGO AB, Stockholm

### MOTIV OCH FÖRVÄNTNINGAR

Tidigare hade vi satsat på ett Televideo system för ordbehandling, databashantering, beräkningar och kommunikation med extern dator för klimatberäkningar (BRIS). Denna installation omfattas av 15 terminaler och 10 skrivare. Det fanns behov av utökad datakraft parallellt med våra ambitioner att sköta alla administrativa rutiner inom företaget på en egen dator, tidigare fanns ett servicebyråkontrakt med IBM, samt att en satsning på datorstödd projektering CAD började bli en nödvändighet och realitet för rationell projektering i stora och intressanta projekt. "Ta jämförelsen med datorstöd för ord och textbehandling och beskrivningsproduktion," säger datachef Lars Jonsson, "där introduktionen gick sakta men idag vill ingen gå tillbaks och skriva på en vanlig skrivmaskin med allt vad det innebär med Tippex och dokumentlagring. Samma utveckling kan spås för CAD-projektering.

### SYSTEMVAL OCH -UPPBYGGNAD

Inom företaget har vi sedan ett par år haft AutoCAD för uppritning av styrscheman och driftkort inom vår styr- och reglergrupp. Detta gjorde att vi hade en viss baskunskap i CAD-projektering inom företaget. För de som ej hade CAD-ritat tidigare ordnades en intern utbildning på det befintliga AutoCAD systemet för att på så sätt få en introduktion till CAD-projektering. I november 1986 påbörjades en kurs i Installations-Medusa på 10 dagar anordnad av DAPAB. Två konstruktörer och en systemansvarig deltog i kursen. Som förkunskap erfordrades konstruktionserfarenhet. Ytterligare två personer gick kursen på våren.

Vår egen Medusa installerades i slutet av december vilket innebar att vi kunde börja projektera systemhandlingen relativt snart efter kursens av-



slutande och få kontinuitet i inläringen av Installations-Medusa genom att börja projektera i projektet. Att inläringen sker i samband med projektering anser jag vara en förutsättning för god ekonomi.

## INTRODUKTION

Vi fick hjälp av leverantören att installera programvara och arbetsstation.

Vi fann att programvaran Prime Information bäst passade till våra administrativa rutiner inom företaget och att Medusa var det marknadsledande programmet för CAD-projektering. Valet mellan CvMedusa och Prime Medusa var inte svårt eftersom det enda CAD program på Medusa för installationer, som fanns på marknaden vid denna tidpunkt, var utvecklat för CvMedusa. Prime datorn installerades i september 1986. Till Primesystemet finns idag kopplat ca 20 st terminaler varav 2 st är CADstationer och en HPplotter. En av CAD-stationerna är en kombinerad AutoCAD, Medusastation vilken installerades denna sommar.

För närvarande utnyttjas ca 75% av Primedatorns totala kapacitet för anslutning av terminaler. Planer för framtiden är att ansluta ännu en kombinerad AutoCAD, Medusastation samtidigt som vi utökar kapaciteten på Primedatorn med ytterligare 4 Mb primärminne och ytterligare 200 Mb disk minne.

Efter vunnen erfarenhet i systemhandlingsskedet insågs att enbart en CADstation blir en trång sektor vilket medförde att både overtid och tvåskift fick införas. En utbyggnad av antalet CAD-stationer blev tvungen (i samband med att andra CAD projekt kom igång) och en utökning till i dagsläget på 4 st stationer gjordes. Av dessa är 1 station ren Medusa CAD och resterande kombinerade Medusa och AutoCAD stationer. För övrigt finns även 2 st rena AutoCAD stationer för att tillgodose behovet för framställning av styr och reglerhandlingar så som driftkort, beskrivningar och dylikt. Centraldatorn har försetts med ett större internminne och snabbare CPU. Internminnet har utökats från 4 Mb till 8 Mb och överföringshastigheten kunnat ökas från 9600 till 19200 Baudrate. Framtida planer är att bygga ut hårddiskminnet med ytterligare 180Mb till 495 Mb. Vad som finns i datorn i form av program hänvisas till tidigare skrift.

Minnesutrymme på hårddisken och i datorn räckte inte till när ytterligare CAD- projekt kom igång. VVS partitionen är 30 Mb stor. Medusa programvara ligger på en separat partition om 60 Mb. Operativsystemet kräver drygt 30 Mbminnesutrymme.

En utökning är därför nödvändig för att tillgodose utrymmesbehovet vid framtida projektering med parallellt löpande CAD projekt. Avslutade projekt kan ju läggas över på band och arkiveras.

## ORGANISATION OCH ARBETSMETODER

Att projektera med hjälp av CAD innebar en annan metodik än vad man normalt använder vid konventionell projektering där man i början av systemhandlingsskedet gör en "grov" skiss över hur systemet kan tänkas se ut. CAD-projektering i detta skede krävde en mycket mer noggrann och genomtänkt konstruktion för att kunna läggas in på ritningarna. Man tvingas ta detaljbeslut som normalt sett inte kommer in förrän i slutet av systemhandlingsskedet eller möjligtvis i början av bygghandlingsskedet. Som exempel kan nämnas att vid inläggning av kanaler erfordras information om dimension, kanalkod (material, ytbeklädnad), systemtillhörighet, förläggningshöjd och förläggning i planet. De senare med en noggrannhet på millimetern. Arbetsbelastningen i systemhandlingsskedet blev därför större än motsvarande vid en konventionell projektering. All den information som är inlagd och är tillgänglig på ritningarna kan visa sig vara till nytta genom tidsbesparingar vid bygghandlingsskedet. Tankegångarna man hade finns ju "nedpräntade" på ritningarna i informationen.

Att arbeta med ett A1 format i 100-dels skala som på bildskärmen blir ca 34 X 22 cm. innebär en förminskning av ritningen och därmed en försämring. I Medusa finns möjligheten att ta ut ett fönster över det område man vill arbeta i eller att zooma in sig till den förstörningsgrad man finner lämplig. Båda funktionerna medför att områden utanför förstoringen inte presenteras på bildskärmen vilket gör att överblickbarheten försämras.

För att underlätta arbetet plottade vi ut planritningar på papper och använde dessa vid arbetsstationen parallellt med arbetet på bildskärmen. Här är en utveckling önskvärd för att förbättra överblickbarheten. Det ovannämnda var en orsak till att man inte använde CAD som en skissmaskin i en grad som kunde vara önskvärd utan arbetssättet blev snarare att man använde kopiorna för att skissa på, för att sedan lägga in dem på CAD-ritningarna. CAD blev i det avseendet mer en ritmaskin. Med ytterligare vunnit erfarenhet bör man kunna konstruera direkt på bildskärmen utan att gå via papperskopior på planritningarna.

Det finns möjlighet i Medusa att föra över lager från en ritning till en annan. Detta är användbart när olika plan har likartade planlösningar så att t.ex. lagret för tilluft kan föras över och därefter göra de förändringar som är nödvändiga för anpassning till det nya planet. Man kan överföra t.ex. kanalplaceringar i schakt från ett plan till ett annat. Det ger stor exakthet vid placeringen uppåt (eller nedåt) i schaktet. Detta gör man genom att slå en grupp runt kanalerna och lägga in gruppen som en Y. En symbol som sedan kan överföras till andra plan. På så sätt kan man studera hur schakt behöver utformas. I Medusa finns ett antal menyer där standarddetaljer (kanal och rörböjar, Tstycken, ventiler, don etc.) är inlagda som symboler. Möjlighet finns att skapa egna symbolbibliotek där man lägger in fabrikantrelaterade produkter som sedan kan hämtas fram

vid behov. Det mesta av symboluppläggningsen i systemet kommer att kunna utnyttjas i framtida projekt. Det finns vissa företag som skapat egna symbolbibliotek som står till konsultens förfogande.

## DATORN SOM SKISSMASKIN

De yrkesgrupper som datoriserats har i vårt fall varit projektörer och i viss mån ritare. Man skall ha i baktanke i vilket syfte man gjorde investeringen. Det bör ju vara för att rationalisera projekterandet och därmed få antingen snabbare projektering eller bättre (noggrannare) ritningar eller på något annat mätbart sett en lägre totalkostnad för hela projektet. Med ovanstående som grundförutsättning för projekteringsstrategi kan tanken bli att CAD används som skissmaskin. Projektören använder då CAD:en för att skissa med och biprodukten blir i detta fall en snygg ritning.

Vår grundinställning var just det ovanstående vilket medförde att projektören, konstruktören blev den som spenderade mest tid vid CAD:en. Projektören blir i detta avseende både projektör, ritare och i viss mån även arbetsledare.

Arbetsledarrollen framträder på så vis genom att det är han som vet hur ritningarna ser ut och måste ta på sig ansvaret för att vidarefördela tankegångar och ta emot respektive förmedla beslut. (För att vidare förmedla ritningsinformation till andra krävs att ritningarna plottas ut relativt ofta. Det finns inga koncept som förmedlar ritningarnas innehåll).

Påverkan på organisationen blev att gruppen informellt organiserades relativt platt. Arbetsledarrollen (handläggaren) integreras mer med konstruktörs rollen.

Konklusionen blir att datorprojektering förhåller sig ganska "hemlig" i förhållande till omgivningen.

Filosofin inom Energo för CAD projektering var för detta projekt att det skulle fungera och bli ett bra projekt som gick i lås och inte i första hand se till strikt rationell hantering. Våra erfarenheter kommer från detta projekt. Med den filosofin möjliggjordes att vi utökade, som tidigare nämnt, antalet CAD-stationer för inte detta skulle bli en trång sektor. Tidsplaneringen blev därför avhängig på tillgång till personal, huvudtidplanen och den samordnade konsulttidplanen och inte till antalet CAD-stationer. Projekteringstidplaner lades upp med projektering i tiden planvis med början från plan 1 (plan 1, 2 var de ur samordnings och projekterings synpunkt de tyngsta planerna) plan 2 o s v upp till plan 6. Tiden för projektering per plan uppskattades till 2 å 3 veckor för ventilation respektive rör (dock ej Bygghandlings- kvalitet utan det mesta skulle vara infört). Efter denna 23 veckors period samplottades A, K, V och E ritningar med separata färger för respektive kategori varefter samordning skedde. Denna samordning uppfattades positiv för projekterings- och samordningskvaliteten. För vår del arbetade två konstruktörer heltid under bygghandlingsskedet, uppdelat på Ventilation och Kyla respektive

Rör.Ytterligare personal såsom styr och regler konstruktion, beskrivningsarbete, ritare och skrivare hjälpte till i projektet på deltid.

## SLUTSATSER

Projektören/handläggaren måste ta på sig ansvaret att vidareförmedla information till övriga i konsultgrupper för samordning och föra en diskussion för att finna nya lösningar.

Att man får en ritning som ren biprodukt av skissande i CAD:en visar sig däremot med vunnen erfarenhet vara lite önsketänkande. Överblickbarheten är begränsad på datorskärmen så för att få en helhets-syn på stora system tvingas man plotta ut ritningar och göra ett "koncept" för hand. Ritare med CAD-utbildning hjälpte då till att lägga in "koncept"informationen i datorn och på så sätt avlastas projektören för att göra beräkningar eller andra för projektet nödvändiga arbetsuppgifter.

Hur skall en byggnad se ut för att vara CAD anpassad? Extremfallet för CAD-vänlighet är en byggnad där alla plan är lika vilket gör att installationer i princip kan kopieras över till andra plan. Sådana byggnader finns som bekant inte. Upprepningseffekter är alltså nyckelordet. För planeringen av för när och hur CAD:en skall användas erfordras en förstudie av byggnaden för att kunna lägga upp en strategi. D v s ta reda på var man kan rationalisera med tanke på upprepningseffekter etc.

## El-konsulten:

Stig Lindroth  
INPROJ AB, Eskilstuna

### MOTIV OCH FÖRVÄNTNINGAR

Vår CAD-utveckling påbörjades 1982 med den avsikten att förbättra vår projektering av installationer. INPROJ har sedan 1975 arbetat för integrerad installationsprojektering och i CAD ser vi ett hjälpmedel för att åstadkomma bättre kvalitet samt att även bredda våra åtaganden i processen från förkalkylen in i förvaltningsskedet med drift och skötselinstruktioner.

Förväntningarna är att vi får ett mer lättillgängligt system där faciliteter som mängdning, kollisionskontroll etc fungerar bättre än idag. Utvecklingen under 1984-1987 har varit betydligt långsammare än vi trodde under 1983-1984 och allt för få projekt har utförts med CAD.

I framtiden hoppas vi att med nya och bättre fungerande system få större CAD-projekteringsvolym, detta bl a för att beställarna allt mer lär sig möjligheterna med CAD före och efter själva byggandet, och vi genom detta får en ökad lönsamhet med systemen.

### SYSTEMVAL OCH -UPPBYGGNAD

I samarbete med fem andra installationskonsultföretag startades 1982 DAPAB, Datorstödd installationsprojektering AB. I denna grupp beslöt man efter utredningar om alla då på marknaden förekommande system att välja PRIME med MEDUSA. PRIME för att det var en öppen och generell dator som klarade såväl CAD som andra önskemål beträffande dator drift. MEDUSA eftersom det gav möjlighet att arbeta med alla fack inom byggandet. DAPAB's uppgift var att utveckla en installationsmodul.

CvMEDUSA är idag en mogen produkt som fungerar relativt väl PRIME-MEDUSAs installationsmodul är ännu ej i drift i Sverige. Denna



modul bör rimligen ha större utvecklingsmöjligheter bl a då den bygger på databashantering, och man bör väl ha tagit hänsyn till erfarenheterna av det befintliga systemet och installatörernas önskemål.

Vi har serviceavtal med CASE AB vars dator är en Prime 9955II med 4 st 496 Mb diskar. Den har idag upp mot hundra förbindelser, varav tio till INPROJ. Vår egen hårdvaruutrustning för CAD är idag via CASE AB ansluten till vårt kontor i Danderyd, CAD Engineering och Philipson Construction. CASE's dator utnyttjar vi i huvudsak för CAD medan beräkningar utföres på egen PC-utrustning.

Vi använder samtliga faciliteter i grundprogramvaran som MEDUSA 2D, 3D, övriga program vi kan utnyttja, se nedan. Dessutom har vi skapat en hel del egna applikationer. I vårt avtal med CASE AB ingår daglig backup, bandning samt uppgradering av operativsystemet PRIMOS. Vi sköter själva konfigurationer och uppgradering av nya programvaror produkter.

## KOMMENTARER

### Stig Lindroth

handläggare och uppdragsansvarig för elprojekteringen

Vi kan konstatera att systemhandlingsskedet för vår del tog större del av arvudet än vad som är brukligt och avsett. Om "överdraget" ska tas igen under bygghandlingsskedet får det inte bli för mycket ändringar.

Slutsamordningen blev något bristfällig p g a tidsbrist. Bl a utväxlades inte några ritningar och skrivna handlingar mellan E och V.

Man kan ifrågasätta om det är rätt metod att CAD-projektera installationer i systemhandlingsskedet om man inte gör det i utbildningssyfte som i detta projekt. Kvalitet och mängd och även i detta skede nödvändig samordning bör man kunna klara ut enklare. A och K har säkert mer att vinna.

Planer användbara för våra 63- och 64-ritningar var klara för sent i förhållande till den ursprungliga tidplanen. (Vi vill inte plotta ut för tidigt och sedan få ändra planerna.)

Lås och larmfrågor diskuterades från brukarens sida efter inlämningen. (Användbara planer saknades i tidigare skede?)

Utplacering av rummen kom sent. Många elfunktioner är beroende av var en speciell rumsposition hamnar.

### Odd Bogen

dataansvarig på Inproj

Lång tid för uppkoppling av fast lina från Televerket (16 veckor).

Problem med Kermit vilket skulle utvecklas/anpassas av CADE. Dessutom är det långsamt. Rutiner för banddistribution fungerade dåligt. Band + en omgång kopior bör följas åt.

Man bör fundera över hur ofta revideringar skall föras över till poolen, för att de olika disciplinerna ej skall behöva föra över information i småbitar. Denna bit löses när poolhanteringen fungerar till fullo, men är mycket besvärlig när det skall skickas band.

### **Bo Norrman**

CAD-operatör med utbildningsansvar för el inom Inproj

Fördel att kunna få ut ritningen i valfri skala (tex rita i skala 1:100 och sedan använda den till systemhandlingens ritn. skala 1:200 och även andra skalor).

Bra att kunna välja vilken information man vill ha med på en ritning (även andra konsulter).

Rutiner för överföring av information mellan konsulter har ej varit tillräckligt utvecklade.

Ritningar från A kom till oss väldigt sent.

När man har ändrat sin ritning och skickar den till övriga konsulter skall även papperskopior medfölja som visar ändringarna. Bör gälla i bygg-handlingsskedet.

Överföring INPROJ - CADE har ej fungerat bra.

### **Rune Ingman**

CAD-operatör/konstruktör. Har CAD-ritat kanalisation i detta projekt

A ändrade på huset in i det sista vilket medförde att det blev ändringar in i det sista även för oss.

Att rita systemhandlingar på CAD, ger intryck av att projektet är mera färdigt än det är.

Då det är relativt enkelt att flytta och ändra får man kanske en för hög ambitionsnivå på systemhandlingarna.

Våra ambitioner att rita så att vi utan större ändringar kan använda det i den fortsatta projekteringen var kanske för optimistisk.

Datasamordningen mellan de olika konsulterna fungerade dåligt (revideringar, överföringar, lagerhanteringar o d).

Överföringen via telenätet är för långsam. Vi måste få ett system med att överföra informationen på band att fungera smärtfritt.

## ERFARENHETER OCH SLUTSATSER

CAD har för oss varit ett rithjälpmedel. Man måste få ut något mer, exempelvis mängder. För att det skall bli något mer än rithjälpmedel borde vi dessutom ha tillgång till dagsaktuell information i CAD om allt som finns i "rummet". Detta känns särskilt angeläget för el då elinstallationerna i huvudsak och i sina små detaljer anpassas till byggnad, inredningar och övriga installationer. Man får annars lämna många "vita fläckar" som totalt sett är ganska besvärligt i ett CAD-projekt, med dess "oåtkomlighet". Kanske skall tidplanen se annorlunda ut i ett CAD-projekt.

Samordningen mellan A, V, K, E blev tung eftersom det blev sparsamt med ritningar som distribuerades.

Man höll för mycket på ritningarna innan man plottade ut (motvilja mot plottning av halvfärdiga ritningar).

För omständigt att få upp medkonsulternas ritningar på skärm.

Svårt att ha överblick över det producerade materialet då det är tidskrävande att få upp och titta på ritningar.

Bortsett från poolhanteringen fungerade Installations-Medusa bra.

Överföringsprogrammet KERMIT var för långsamt.

Upprepningseffekter begränsades p g a olikheter mellan planer.

Smärre justeringar av ritningar (ingen ritning blir helt färdig) är mycket omständigt.

Enkelt att göra utsnitt ur planerna för speciella ritningar, exempelvis orienteringsplaner för hissar, ställverk etc.

Avplockning av lager för spec. ritningar för arbetsplatsen möjlig.

Granskning av utrymmessamordningar fungerade bra med hjälp av samplottningar.

Inredning utrustning borde CAD-ritas i ett CAD-projekt. Svårt och orationellt att mäta in planeringar och anslutningar.

Kostnaderna blev högre. Detta sammanhänger mer eller mindre med att tidplanen inte kunde hållas.

Hittills har datorutnyttjandet i de flesta fall knappast varit lönsamt, bl a för att beställarna inte är beredda att betala för fördelar som mängdning, bättre samordnade handlingar och framtida fördelar. Här kan man idag se klara attitydförändringar till det bättre. Med datorn som ritmaskin för scheman etc kan man dock redan idag uppnå bra ekonomiskt resultat.

Finansieringen är givetvis ett problem, i synnerhet för de små konsultföretagen. Samgående i intressegrupper kan vara en möjlighet att minska kostnadstrycket.

Rationaliseringseffekterna bör med rätt använt system vara så bra att en hygglig förräntning kan ske genom:

- kortare arbetstider för projektering
- bättre samordning av handlingar bör ge betydande vinster under byggperioden
- bättre styrning av själva byggprocessen, materialflöde etc
- bättre förvaltningshandlingar

I huvudsak alla som är engagerade i projekteringsarbete har deltagit i interna CAD-kurser. Av dessa är 12 personer (handläggare, konstruktörer och ritare) idag i varierande grad sysselsatta med CAD-projektering/ritning. Ritarbetet har idag, speciellt när det gäller scheman etc för driftsinstruktioner, i stor utsträckning övergått från manuellt till CAD-ritande. Behovet av ritare i vanlig mening (manuell) har minskat och kommer om utvecklingen blir den vi hoppas, minska ytterligare, däremot inte att helt upphöra.

Inom en 10 års-period kommer de flesta större nybyggnationer att projekteras med CAD.

## Är datorstödd projektering lönsam?

### ETT FÖRSÖK TILL UTVÄRDERING AV ARKITEKTENS ARBETE

När man tar ny teknik i sin tjänst gör man det för att tjäna på det i någon form. Med datorstöd är det meningen att man ska rationalisera sitt arbete. När vi började projektera kv Blandaren med datorstöd grundades vårt val av denna nya arbetsmetod på kollegers blandade erfarenheter. De som tidigare prövat ett så stort och dyrt CAD-system som Medusa var större företag. De stora arkitektföretagen har alla en differentierad arbetsfördelning med företagsledare, handläggande arkitekt, arkitekt, byggnadsingenjör och ritare. Effektiviteten ökar genom att alla kan specialisera sig.

Det stöd Medusa-BYGG ger är direkt inriktat på produktion av arbetsritningar, främst planer. Medusa-BYGG blir därför ritarens och ingenjörens verktyg. I en organisation där specialiseringen drivits långt kan de som utnyttjar datorstödet utnyttja detta effektivt. Därmed tål det stora företaget höga fasta kostnader för den rationalisering datorstödd projektering medför.

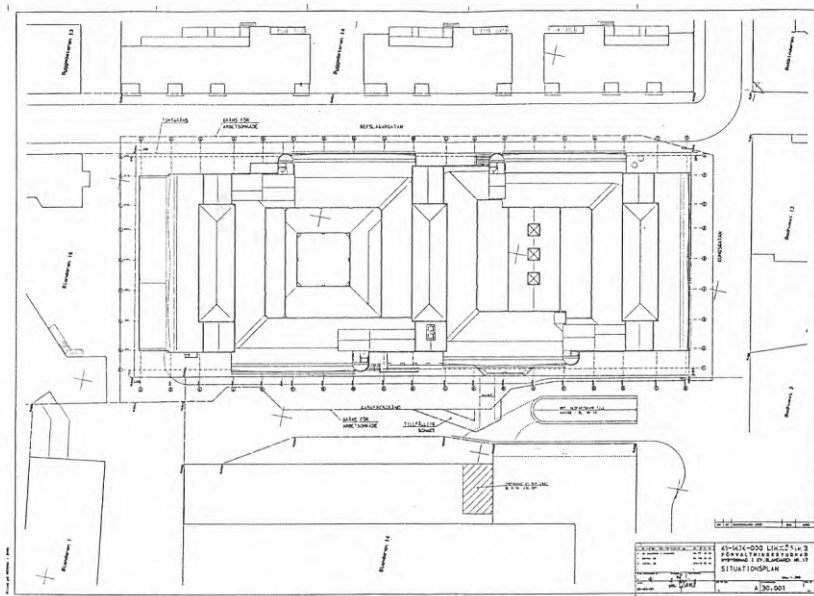
Bo Kjessel arkitektkontor är ett litet arkitektföretag. Under 1986-88 var vi ca 7 anställda, samtliga arkitekter. Vi har inte differentierade arbetsuppgifter utan alla gör allt. Det ända undantaget är att företagsledaren inte behöver koka kaffe. Statistiskt sett ägnar vi därför 20-50% av vår arbetstid till ritningsproduktion. Den effektivisering ett datorstöd kan ge oss är därför liten om vi inte samtidigt förändrar fördelningen av arbetsuppgifter.

Nu innebär ett stort projekt som kvarteret Blandaren (17 420 m<sup>2</sup>BTA) automatiskt en förändring av arbetsfördelningen. En person klarar inte allt. Vi får specialisera oss som handläggare, ansvarig för planer, ansvarig för detaljer, etc. Därmed har också vi på det lilla arkitektkontoret möjlighet att utnyttja datorstöd på ett rationellt sätt.

Medförde datorstödet någon rationalisering vid projekteringen av kv Blandaren? Tyvärr kan vi inte ge något entydigt svar. För samtliga inblandade projektörer ledde projektet till ekonomiska förluster. Men, alla



tror ändå på tekniken. Alla bygger ut sina resurser inför framtiden och ser detta första projekt som en lärotid och investering i en framtida viktig kunskap. Denna fortsatta tro på tekniken måste ses som ett subjektivt erkännande av dess förtjänster.



F1 Datorritad situationsplan från arbetshandlingsskedet

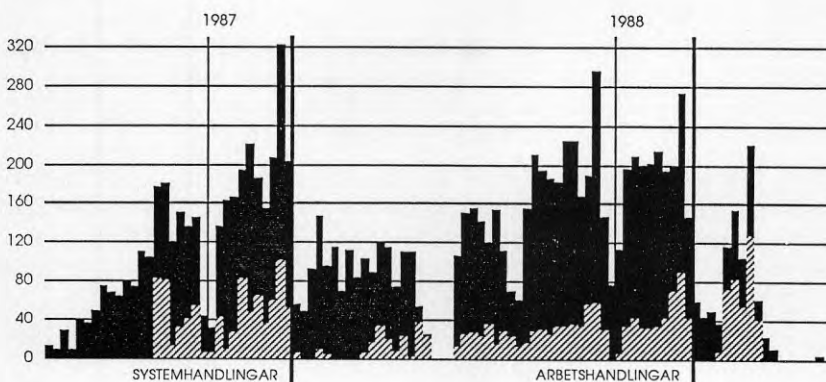
Effektivitet kan mätas på många sätt och värderas på fler. Det är inte alltid sant att kortare projekteringstid medför effektivare projektering. En omsorgsfull projektering borde ge färre fel vid inköp och på bygget. Men för att inte hänfalla åt hårklyverier antar vi här att en kortare projektering är en lika med en effektivare projektering. Den rationalisering vi förväntar av datorstödet ska alltså kunna mätas i intjänad tid.

Någon allmängiltig och tillämplig statistik för tidsåtgång vid projektering saknas. Det innebär att någon bedömning av projekterings effektivitet inte kan göras utifrån ett jämförelsematerial. I stället försöker vi här värdera datorstödet rationaliseringseffekter genom en jämförelse mellan olika arbetsuppgifter inom projektet. Nyttan av detta är begränsad. Vi kan inte göra anspråk på att formulera vetenskapligt vederlagda sanningar utan det följande får läsas och tolkas av var och en efter eget gottfinnande. I bästa fall hoppas vi inspirera till likartade uppföljningar av andra projekt så att vi med tiden kan få en allmängiltig referensram för bedömningar av detta slag.

Här följer en granskning av arkitektens arbete vid projekteringen av förvaltningsbyggnaden kvarteret Blandaren nr17 i Linköping. Arkitekten ritade 67 av de 143 ritningar som utgjorde hans arbetshandlingar med hjälp av Medusa-BYGG. 61 ritades manuellt och 16 utgjordes av Byggnadsstyrelsens typritningar. Under arbetets gång registrerades

nedlagd tid för olika arbetsuppgifter. Ur detta material har vi möjlighet att jämföra tidsåtgång för manuell contra datorstödd ritningsframställning.

## TOTALT UPPARBETAD TID.



D1 Totalt nedlagd arbetstid veckvis (svart) samt datortid därav (skrafferad).

Diagrammet visar total arbetstid veckvis för projektering av systemhandlingar och arbetshandlingar hos Bo Kjessel Arkitektkontor. Arbetet började successivt efter semestern 1986. Systemhandlingarna lämnades 3 Mars 1987 och bestod av beskrivning, situationsplan 1:400, 7 planer 1:200 och 4 sektioner och fasader. Planer och fasader/sektioner var ritade med datorstöd, alltså 11 datorritade ritningar. Under systemhandlingsskedet var som mest 6 personer engagerade, två av dessa ritade på dator. Systemhandlingsskedet omfattade totalt 3714 arbetstimmar. Av dessa utnyttjades datorstöd under 842 timmar (23%).

Efter lämnade systemhandlingar följde en period av granskning/prutning. Arbetshandlingsskedet började på allvar efter semestern 1987. (Svackan under hösten förklaras av en studieresa från slutet av vecka 40 till början av vecka 41).

Arbetshandlingarna lämnades i en första granskningsomgång den 3 Mars 1988 och bestod av beskrivning och rumsbeskrivning, skyltprogram och 124 ritningar. Av ritningarna var 47 helt och hållet datorritade och 3 delvis. 16 utgjordes av beställarens typritningar. Efter granskning lämnades reviderade handlingar och ytterligare 19 datorritade ritningar avseende måttsättning. Under bygghandlingsskedet var 10 personer engagerade i projekteringen, tre av dessa hade CAD-utbildning men bara två ritade på dator. Bygghandlingarna krävde 7803 arbetstimmar varav 1587 (20%) med datorstöd.

## RESURSKOSTNADER OCH -KLASSIFIERING

Ett bedömningstal som ofta förekommer vid skattningar av arbetsinsats för projektering är timmar/m<sup>2</sup>BTA. Vid projektering av kv Blandaren ägnade arkitekten systemhandlingarna 0,21 tim/m<sup>2</sup>BTA och bygghandlingarna 0,45 tim/m<sup>2</sup>BTA. Extrakostnaden för datorstöd kan jämföras med kostnaden för personal. När projektet startade 1986 kostade Medusa-BYGG 250-300 kr/timme. Priset gäller fortfarande i absoluta tal. Då kunde en datortimme jämföras med en mantimme, idag med 1/2 mantimme. Räknas datorkostnaden in i vår resursbedömning så att en datortimme är lika med en mantimme krävde systemhandlingarna 0,26 tim/m<sup>2</sup>BTA och bygghandlingarna 0,54 tim/m<sup>2</sup>BTA.

Ett annat vanligt bedömningstal för skattning av arbetsinsats är mantimmar per ritning. Systemhandlingarna krävde en arbetsinsats om 286 tim/ritn och bygghandlingarna 50 tim/ritn. Med datorkostnaderna omräknade som arbetstid är motsvarande siffror 351 tim/ritn respektive 61 tim/ritn.

Arbetstiden per ritning är ett vanskelig mått för bedömning av systemhandlingar vilket siffrorna ovan visar. Ritningar är inte den ända redovisningen av arbetet. I vårt fall är ritningarna dessutom ytterst komprimerade i skala 1:200. Värdet av detta bedömningstal under systemhandlingsskedet är därför minimalt. För bygghandlingsskedet är situationen bättre. Arbetet är här koncentrerat på produktion av arbetsritningar. Siffrorna ovan är också i nivå med våra tidigare erfarenheter.

Som tidigare berörts saknar vi referensmaterial för en djupare analys. Vår hypotes har varit att vi kan utvärdera datoriseringens effekter genom en jämförelse mellan arkitektens olika arbetsuppgifter inom samma projekt varav en del haft datorstöd andra inte. Det vi främst försöker bedöma är resurskostnader. Arbetstimmar per ritning är då det enda jämförelsetal vi har att tillgå för vår utvärdering. Visserligen är det svårt att jämföra manuellt- och datorritade ritningar. Manuellt ritar man det man behöver se. Manuellt är det omöjligt att rita något som inte syns. I datorn är ritningen en mer eller mindre abstrakt beskrivning av byggnaden och dess delar. I datorn lägger man in information för att definiera byggdelar och möjliggöra mängdavgivning. En datorritning blir ofta flera utritade ritningar. Etc. Trots detta hoppas vi att den statistik vi kan sammanställa ger en fingervisning om datoriseringens konsekvenser avseende resursbehov och -effektivitet.

De arbetshandlingar som Bo Kjessel arkitektkontor producerat för kv Blandaren kan sammanfattas i följande grupper:

	c	m	ö	Σ
Planer	41	2		43
Fasader & sektioner	10	1		11
Komplexa byggdelar		27		27
Stomkomplettering		13		13
Innertak	15	6		21
Övrig rumskomplettering		12	16	28
Beskrivning				
	66	61	16	143

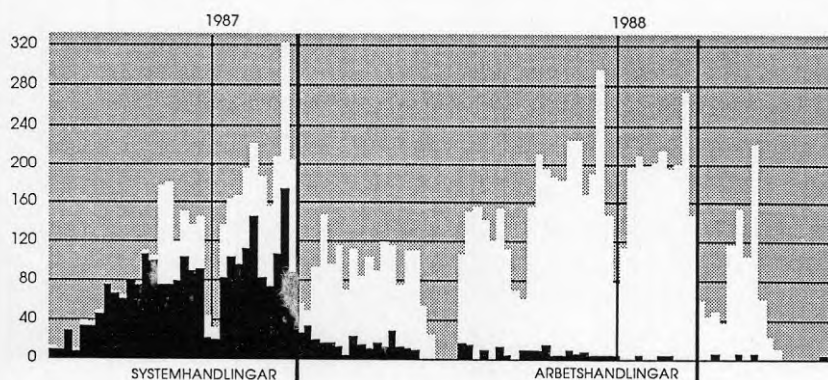
I tabellen betecknar **c** datorritade, **m** manuellt ritade och **ö** övriga ritningar.

Gruppering ovan har vi också följt vid vår tidrapportering. Den arbetstid som inte är direkt knuten till ritningsproduktion har redovisats under följande rubriker:

Samordning  
 Projektledning/-administration  
 Samordning & underhåll av datorsystem  
 Tillägsarbeten  
 Utbildning

I det material som följer redovisas tidsåtgången för varje särskild arbetsuppgift, en eller ett par bilder för att illustrera typiska handlingar och en kort kommentar. Resursförbrukningen sammanfattas i två bedömningstal, mantimmar/m<sup>2</sup>BTA och mantimmar/ritning. Timmar/m<sup>2</sup> redovisas för samtliga grupper, alltså även för de arbetsuppgifter som inte resulterar i konkreta handlingar. Timmar/ritning redovisas endast för de grupper som resulterar i ritningar. Arbetstiden för icke producerande arbetsuppgifter – arbetsledning, samordning etc fördelas härvid proportionellt.

Till att börja med ett statistiskt problem:



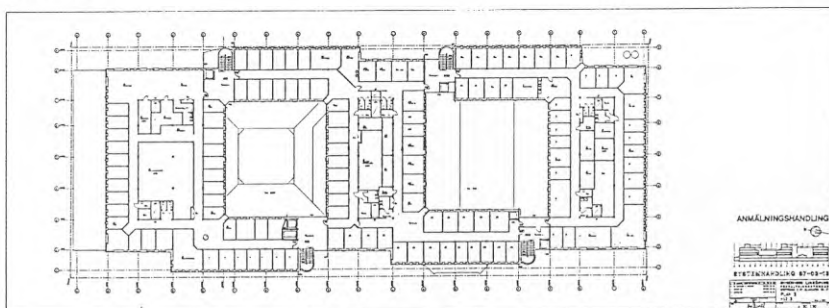
D2 Ej klassificerbar arbetstid (svart) relativt total arbetstid (vit) veckvis

De svarta staplarna i diagrammet redovisar den arbetstid vi inte kunnat specificera när vi analyserat vår tidredovisning. Den koncentreras till systemhandlingsskedet. Vi lyckades inte genomföra en systematisk tiduppföljning under den perioden.

Systemhandlingsskedet är speciellt. Här formas projektet. Stora och viktiga beslut fattas. Arbetsuppgifterna avspeglar detta. Man provar idéer, förkastar idéer och skapar nya. Under den perioden har vi arbetat med programarbete, planer, fasader, sektioner, typplaner och schakt, samordning -E -K -V -M -kök -beskrivning, area- och volymläsningsräkning, projektbeskrivning, illustrationer, materialbestämning/typpdetaljer, kostnadsstyrning, projektledning (-planering), myndighetskontakter, brukarkontakter, ...

Under bygghandlingsskedet registrerade vi tiden mer systematiskt - fördelat på olika arbetsuppgifter och delobjekt. Under denna period består den oklassificerade tiden i huvudsak av företagsledningens arbetstid i projektet.

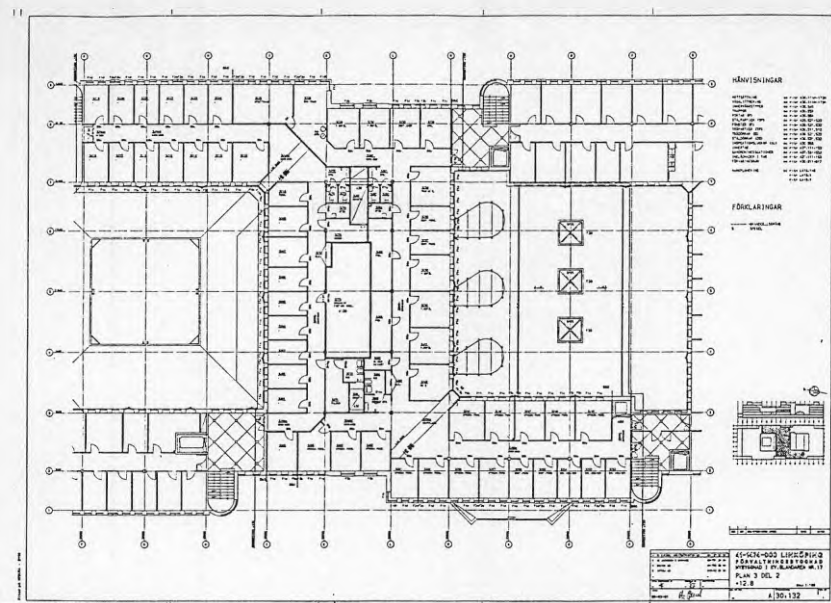
## PLANER



F2 Planritning från systemhandlingsskedet

Arkitektens systemhandling omfattade 8 planer i format extra förlängd A3. Därav 1 situationsplan skala 1:400 delvis datorritad och 7 planer skala 1:200 alla ritade med datorstöd. Ritningarna i datorn var så detaljerade att de kan jämföras med noggranna 100-delar manuellt ritade.



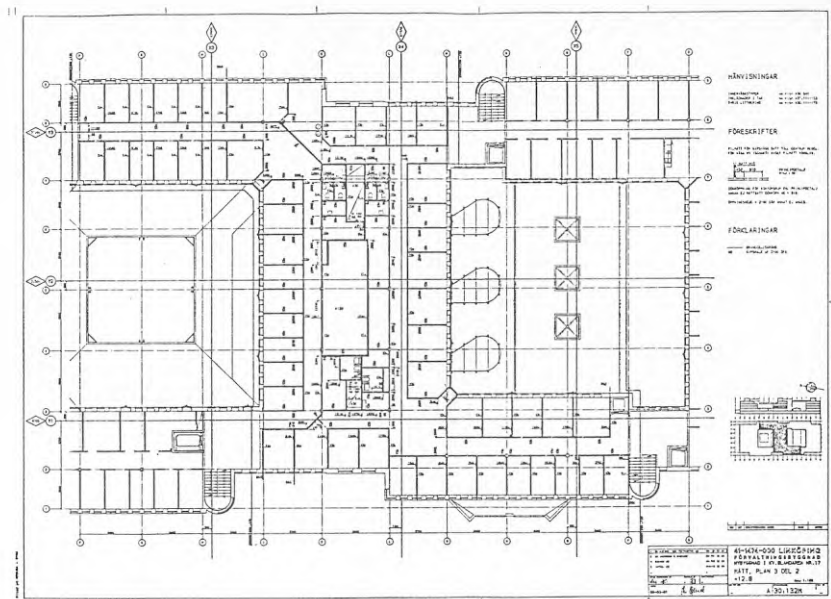


F3 Huvudplan från arbetshandlingsskedet redovisande hänvisningar, fönster-och dörr-littra, golvmönster etc.

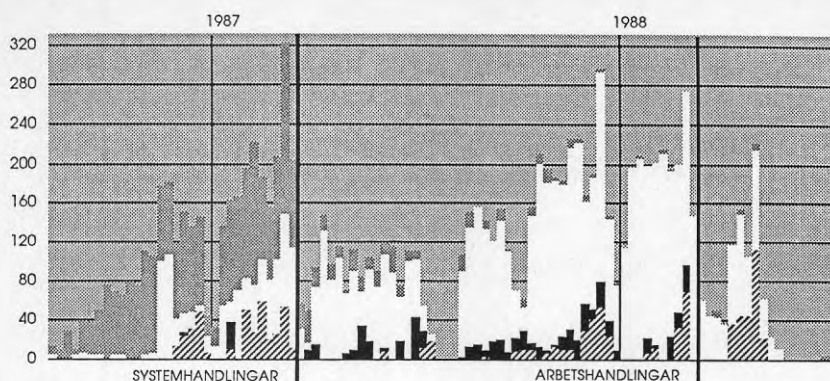
Bygghandlingarna omfattade 43 planer i format A1. Hit räknas 1 situationsplan skala 1:200, 21 planer skala 1:100 som redovisar fönster-, dörr-, partiluttra etc, hänvisningar mm samt ytterligare 18 planritningar för att redovisa mått och vägg-littra. Samtliga datorritade. Därtill kom kompletteringar på två mer eller mindre handritade planer.

På inrådan från CAD Engineering hade projektet lagts upp i skala 1:100 för att hålla nere antalet ritningar. Den grafiska kvalitén på datorritningarna skulle tillåta en 'förminskad' skala för arbetshandlingar. Det man eventuellt förlorade i läsbarhet skulle man vinna i överblick. Färre ritningar skulle också vara lättare att hantera i datorn.

Denna strategi gav inte önskad utdelning. Byggnadernas komplexa planform tvingade fram en uppdelning i 3 delritningar per våningsplan med stora överlappande fält. Att hålla överlappande fält aktuella kräver en hel del extra arbete. Eftersom Medusa är ett ritningsorienterat CAD-system gäller problemet också i datorn. I skala 1:50 kunde projektet redovisats med 5 delritningar men då utan överlapp. I projekterings slutskede konstaterade vi att den valda skalan inte tillät att samtidigt redovisa litterering och måttsättning. Mått redovisades därför i en separat omgång ritningar tillsammans med vägg-littra. Antalet ritningar blev jämförbar med en redovisning i skala 1:50. Den överblick vi skulle vinna gick förlorad. En ritning i datorn (ritningsfil) motsvarade tre ritningar på papper. Ritningsfilerna blev så informationstäta att datorns svarstider blev besvärande långa. En större skala med mindre överlappande fält hade underlättat datahanteringen.



Redovisningsskalan 1:100 tillät inte att all projekterad information redovisades. Varje del av projektet hade kunnat redovisas i skala 1:20. Denna detaljering var ett rent nybörjarfel. Många av de grafiska symbolerna i Medusa-BYGG innehåller mer information än den man hanterar vid manuell projektering. Tex en dörr som ska presenteras i en 1:200-dels plan ritas med 15 mm drevmån mellan karm och hålet i väggen. Det är mycket lätt att förstora bilden på bildskärmen så mycket att alla detaljer löses i skala 1:1. Detta hände ofta och mycket av detaljinformationen har gått förlorad. Bland annat; ytterväggarna ritades med samtliga skikt markerade och måttstuderade. I skala 1:100 blev alla linjer en – tjock och otydlig. Lagret med ytterväggens skikt släcktes vid plottning!

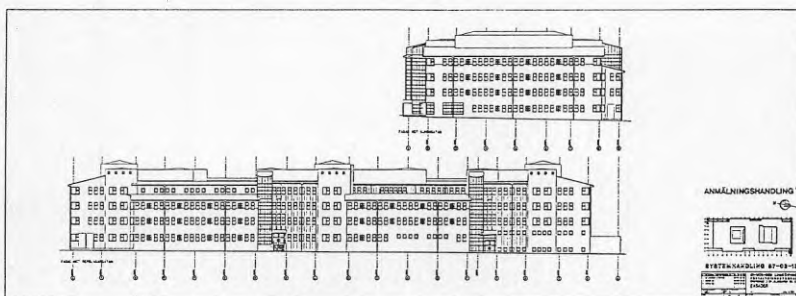


D3 Arbetstid hänförlig till planer (svart) och datortid därav (skrafferad) relaterad till specificerad arbetstid (vit). Den ospecificerade arbetstiden definieras av totalt arbetad tid reducerad med specificerad tid (grå).

Under systemhandlingsskedet upplevdes projekteringen som framtung. Många detaljerade beslut om tekniska lösningar måste fattas mycket tidigt eftersom allt som ritas i datorn måste anges med mått. Förhoppningsvis skulle denna investering betala sig under nästa projekteringsskede. Under systemhandlingsskedet ägnades 371 datortimmar åt planritningar. Hur mycket av denna tid som var till nytta för bygghandlingsskedet är omöjligt att avgöra.

Bygghandlingarna i form av planer kostade 1164 mantimmar (1541 om tiden för samordning, projekteringsledning etc inkluderas). Datorstöd utnyttjades under 624 timmar därav (945 om tid för systemunderhåll, CAD-samordning etc inkluderas). Beaktande endast arbetstid motsvarar detta 0,07 tim/m<sup>2</sup>BTA eller 37 tim/ritn. Adderas datorkostnaden som mantid krävde planerna 0,10 tim/m<sup>2</sup>BTA eller 58 tim/ritn.

## FASADER OCH SEKTIONER



F5 Fasad från systemhandlingarna





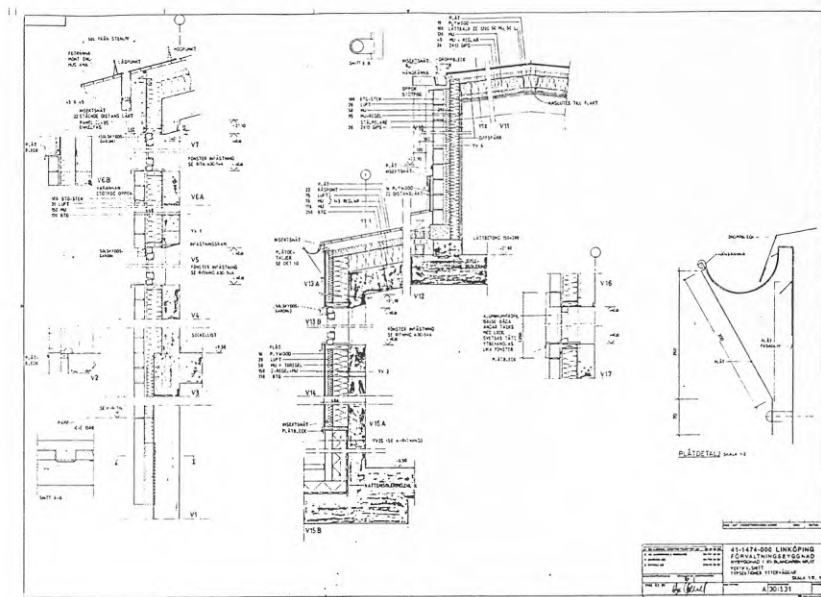


Fasader och sektioner utgjorde en omfattande del av CAD-projekteringen. För denna typ av arbete ger inte Medusa-BYGG samma stöd som för planer. Arbetet framför bildskärmen blev mer omständligt eftersom nya projekteringsrutiner måste växa fram. Vidare gjordes nästan all projektering med datorstöd. Inkluderat skissarbete! CAD-arbetet var inte produktionsinriktat som vid planritning.

Under bygghandlingsskedet ägnades fasader och sektioner 570 mantimmar varav 418 med datorstöd (73%). Adderas fördelad tid för arbetsledning är vi uppe i totalt 754 mantimmar. Adderas fördelad tid för systemunderhåll mm växer CAD-timmarna till 633. Detta motsvarar 0,03 tim/m<sup>2</sup>BTA eller 69 tim/ritn exklusive datorkostnader och 0,06 eller 126 tim/ritn inklusive datorkostnader.

En mycket stor del av arbetet med fasader och sektioner har gjorts med datorstöd. I vår bedömning antar vi att datorn har en driftskostnad som motsvarar anställd personal. Detta är eventuellt en överskattning. De fel denna överskattning leder till blir större ju större andel av arbetet som gjorts med datorstöd. Detta sagt som en kommentar till den höga timkostnaden.

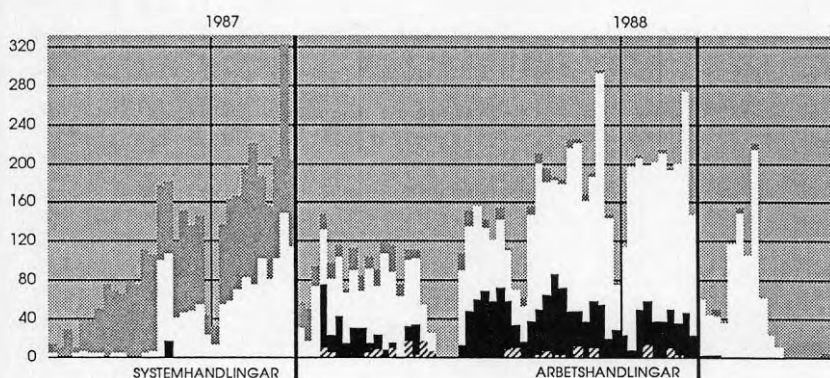
## KOMPLEXA BYGGDELAR



F9 Vertikalsnitt, typsektioner ytterväggar från arbetshandlingarna.

Till komplexa byggdelar räknades 27 ritningar i format A1 bland arbetshandlingarna. Detaljer redovisades på 23 ritningar, hissar mm på 1

och räckan och smide på 3. Datorstöd har utnyttjats för underlag och till illustrerande utsnitt.

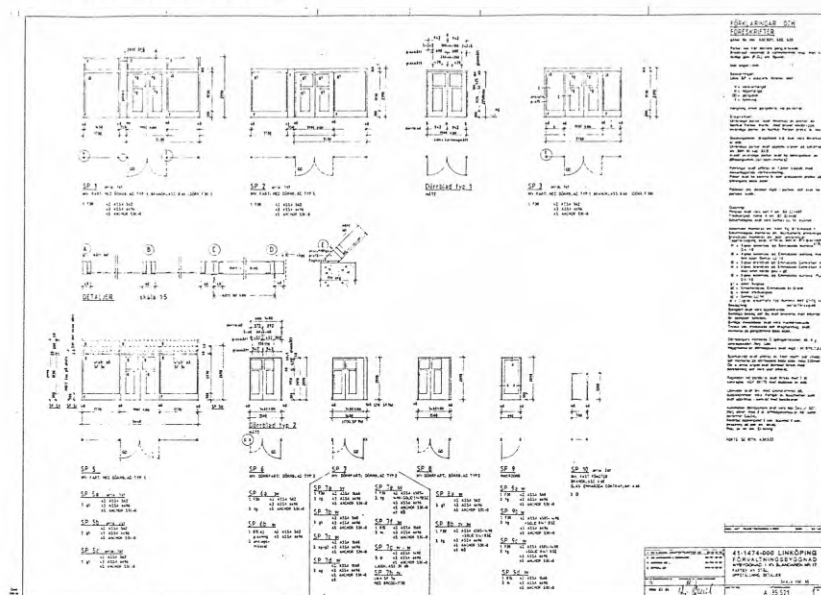


**D5** Arbetstid för komplexa byggdelar (svart) och datortid därav (skrafferad) relaterad till specificerad arbetstid (vit).

Detaljerna projekterades i huvudsak av inlånad personal eftersom den egna rekryteringen inte lyckades i tillräcklig omfattning. Detta ledde till en olyckligt hög omsättning av personal med en resurskrävande informationsöverföring. Dessutom visade det sig att arbetsuppgiften var större än beräknat. De ursprungligen 100 detaljerna växte till 350. Den budgeterade tiden fick fyrdubblas innan vi var färdiga.

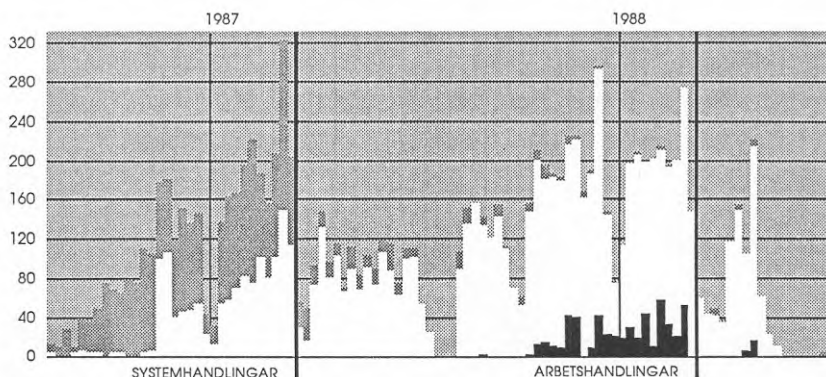
1779 mantimmar har ägnats komplexa byggdelar varav 151 med datorstöd. Med fördelad tid för projekteringsledning blir det totalt 2354 timmar manuellt arbete och 229 med datorstöd. Detta motsvarar 0,10 tim/m<sup>2</sup>BTA eller 66 tim/ritn exklusive datorkostnader och 0,11 tim/m<sup>2</sup>BTA eller 96 tim/ritn.

## STOMKOMPLETTERING



F10 Partier av stål, uppställning och detaljer

Stomkomplettering redovisas med uppställningar och detaljer inalles 12 ritningar i format A1 skala 1:50 och 1:5. 4 ritningar berör fönster och utvändiga partier, 8 ritningar dörrar och invändiga partier.

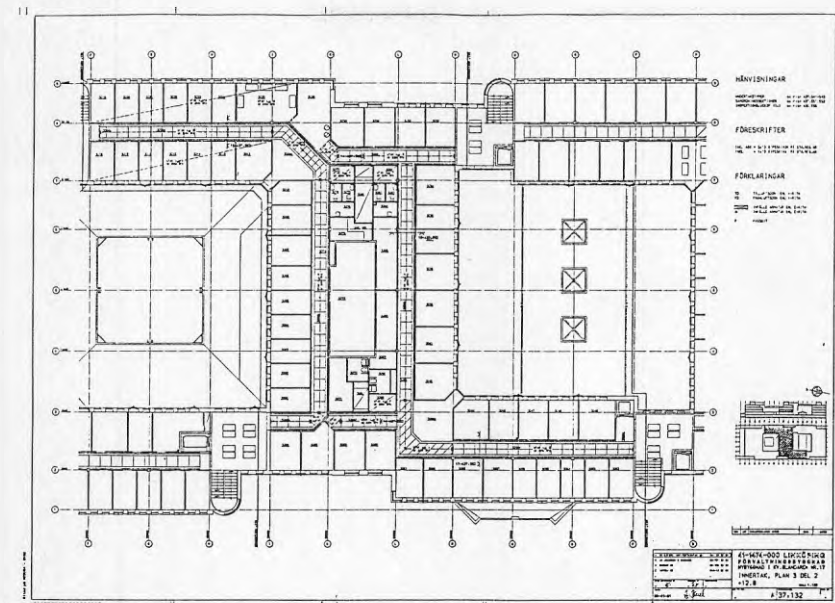


D6 Arbetstid för stomkomplettering (svart) relaterad till specificerad arbetstid (vit). Inget datorstöd användes för denna del av projekteringen.

Detta är den första del av projekteringen som inte alls nyttjade datorstöd. Stomkompletteringar krävde totalt 548 mantimmar effektiv tid,

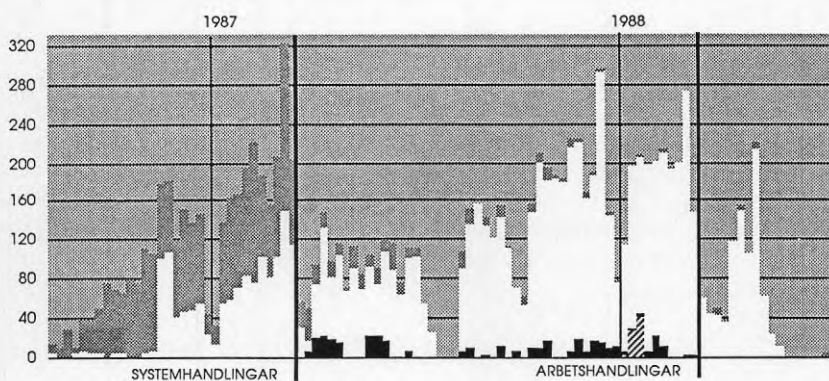
725 mantimmar inkluderat projekteringsledning. Detta motsvarar 0,03 tim/m<sup>2</sup>BTA och 56 tim/ritn.

## INNERTAK



F11 Inntak plan 3 del 2, från bygghandlingarna.

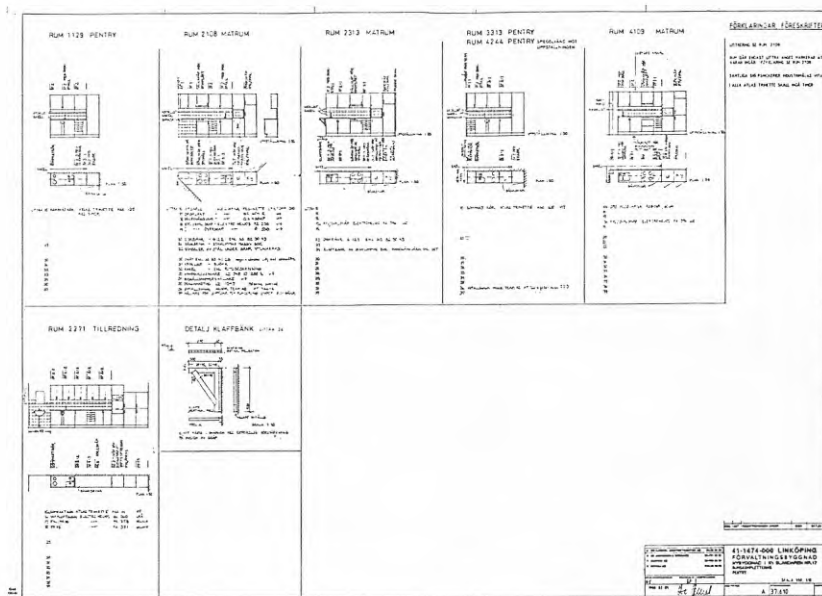
Inntak redovisades på 15 datorritade planer, A1 skala 1:100, samt 5 manuella ritningar med detaljsnitt mfl typbeskrivningar, skala 1:20 – 1:1.



D7 Arbetstid för inntak (svart) och datorid därav (skrafferad) relaterad till specificerad arbetstid (vit).

Vid projekteringen av innertak utnyttjades datorstödet fördelar till fullo. Trots omfattande skisser och många omarbetade förslag kunde de slutliga handlingarna produceras under kort tid. Innertak projekterades under 421 timmar netto, 557 om projekteringsledningen läggs till. Datorstöd användes under 71 timmar effektiv tid vilket växer till 108 om datorsystemets kringtid adderas. Detta motsvarar 0,024 tim/m<sup>2</sup>BTA eller 27 tim/ritning i förbrukad tid och 0,028 tim/m<sup>2</sup>BTA eller 32 tim/ritning i förbrukade tidresurser.

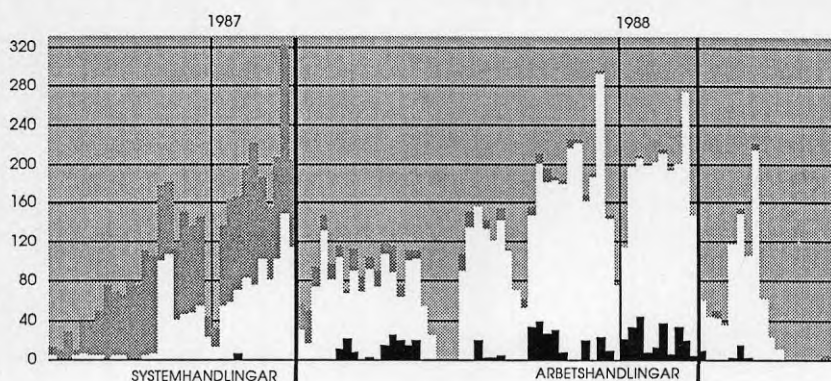
## RUMSKOMPLETTERING



**F12** Uppställningsritning över pentryinredning.

I vår gruppindelning har vi särskilt inntagit från övrig rumskomplettering. Som rumskomplettering räknas 2 golvritningar, 2 ritningar över väggbeklädnader och 8 uppställningar av kök- och pentryinredning mm. Till rumskomplettering har även räknats arbetstiden för att utarbeta ett skyltprogram. Till resultaten räknas 16 av byggnadsstyrelsens typritningar över specialinredningar i polishus. Allt arbete räknas som endast manuellt även om golvritningarna innehåller en del datorritade illustrationer (planutsnitt).



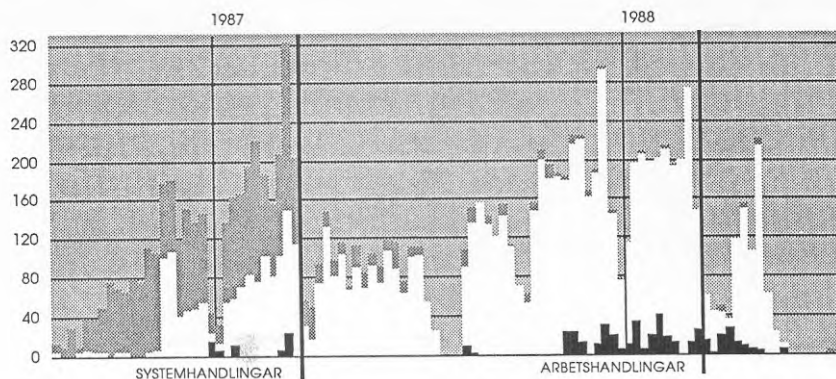


**D8** Arbetstid för rumskomplettering (svart) relaterad till specificerad arbetstid (vit). Det datorstödd som utnyttjats har inte redovisats under denna rubrik

Övrig rumskomplettering, alltså bortsett från innertak, krävde 599 mantimmar. Detta motsvarar 0,034 tim/m<sup>2</sup>BTA. Arbetstiden ökar till 792 om administrativ tid medräknas. Vår egen produktion omfattar 12 ritningar vilket ger 66 tim/ritning. Emellertid har vi dels producerat ett skyltprogram dels administrerat 16 typritningar inom arbetsuppgiften. Kvittar vi dessa svårbedömda faktorer mot varann omfattar produktionen 28 ritningar vilket är 28 tim/ritning.

## BESKRIVNING

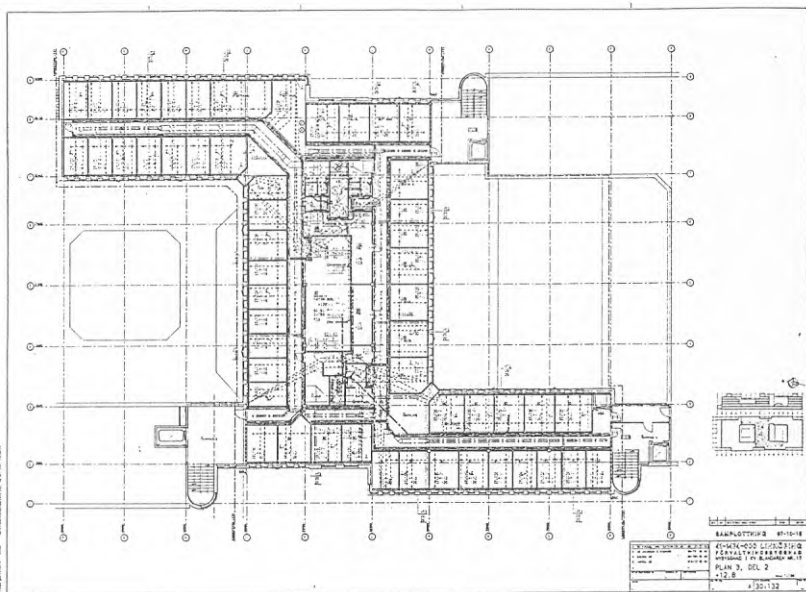
Arkitektens beskrivningar till projektet utarbetades i ett samarbete mellan Bo Kjessel arkitektkontor och Bygganalys AB. Den här redovisade tiden avser endast det arbete som utförts på arkitektkontoret. Det arbetet består av ett koncept till rumsbeskrivningen och övrig samordning med beskrivaren. Till rubriken räknas även arbete med färgsättning.



D9 Arbetstid för beskrivning (svart) relaterad till specificerad arbetstid (vit). Det arbete som utförts utanför Bo Kjessel arkitektkontor är inte redovisat här.

Beskrivning krävde in alles 414 mantimmar netto och 548 mantimmar brutto. Nettoarbetstiden motsvarar 0,024 tim/m<sup>2</sup>BTA.

## SAMORDNING

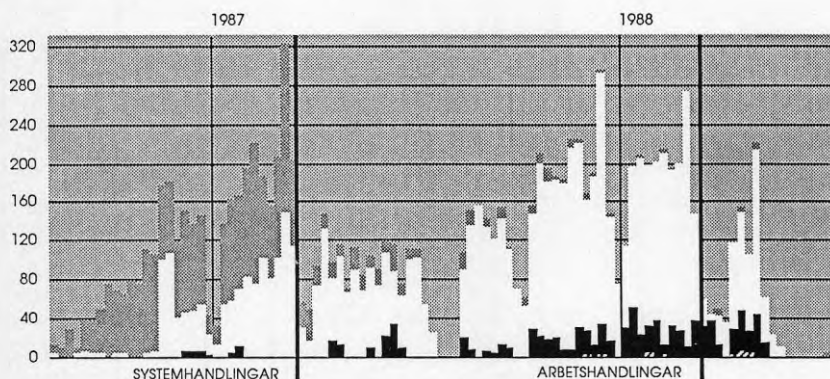


F13 Samplotning. Information från huvudkonsulterna A, K, V (som vent respektive rör) och E har ritats med olika färg på samma ritning.

Denna första rubrik bland de icke produktionsinriktade arbetsuppgifterna omfattar samordning med övriga huvudkonsulter (K, V & E),

samordning med underkonsulter (Kök, Mark, etc), "intern" samordning, brukarkontakter, beställarkontakter, projektering av ett provrum, konsultmöten, etc. I viss mån fungerade rubriken som en "slaskpost" när arbetsuppgiften inte självklart kunde klassificeras.

Som hjälpmedel för samordning gjordes ett antal samplottningar dvs samordningsritningar där huvudkonsulternas information ritas med olika färg på samma ritning. Arbetet med att sammanställa materialet och övervaka ritmaskinen (plottern) gjordes först av arkitekten senare av VVS-konsulten.

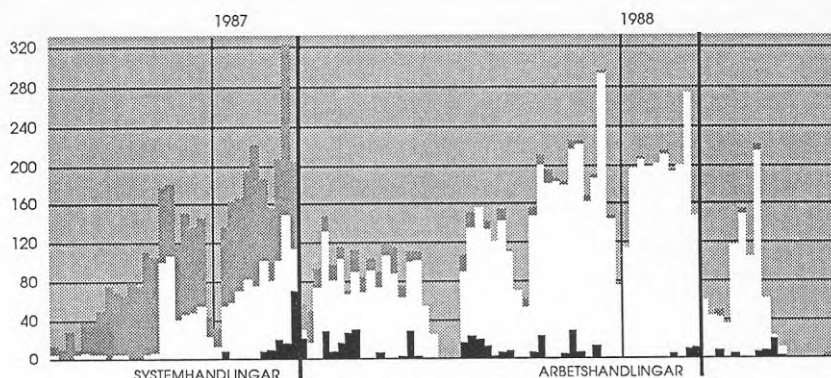


D10 Arbetstid för samordning (svart) och datorstöd därav (skrafferad) relaterad till specificerad arbetstid (vit).

Samordning krävde totalt 924 mantimmar vilket motsvarar 0,053 tim/m<sup>2</sup>BTA. Datorstöd utnyttjades under 29 timmar, i huvudsak för plotterstyrning och granskning av övriga konsulters datorritningar. Mantid och datorstöd har var för sig fördelats proportionellt över tidigare nämnda "produktiva" rubriker för att ge den skattning av arbetstid relaterad till producerade ritningar som nämnts där.

## PROJEKTADMINISTRATION

Arbetsuppgifterna omfattar projekteringsledning både inom arkitektkontoret och för hela konsultgruppen. Arbetsuppgifterna här är inte entydigt skilda från dem under rubriken samordning. Till rubriken har t ex tid för protokollskrivning efter samordningsmötena räknats.



D11 Arbetstid för projekteringsledning (svart) relaterad till specificerad arbetstid (vit).

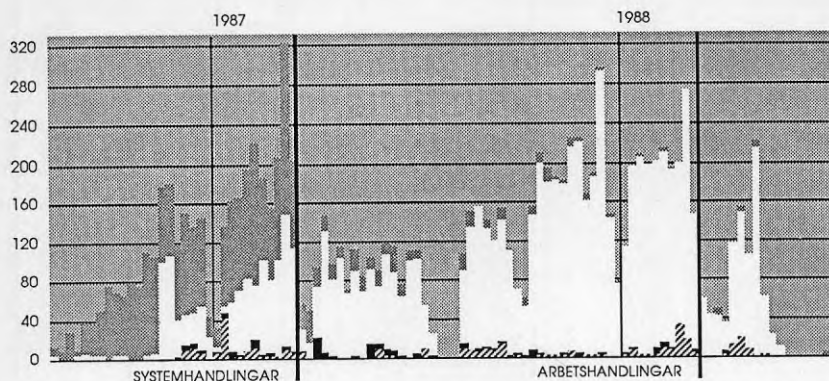
Projekteringsledning krävde 416 mantimmar. För att beräkna tid per ritning har dessa fördelats över producerande arbetsrubriker på samma sätt som samordning.

## CAD-SAMORDNING &-ADMINISTRATION

Vid samordnad datorprojektering, dvs när samtliga huvudkonsulter använder datorstöd, är det vanligt att en speciell datorteknisk samordnare ingår i projekteringsgruppen. Vid projekteringen av kv Blandaren anlätades speciell datorteknisk kompetens endast som rådgivare i ett inledande skede och senare vid akut behov. Ansvar för teknisk samordning låg hos arkitekten.

Arbetsuppgifterna under rubriken CAD-samordning &-administration bestod i huvudsak av utveckling av stödrutiner i BaCIS, det programmeringsspråk som ingår i Medusa. Vidare ingick inställningar/trimningar av programvaran Medusa-BYGG, säkerhetskopiering, organisation och "städning" i datorn (radering av temporära filer) mfl administrativa uppgifter, visst tekniskt underhåll, kopiering till band och distribution till andra konsulter, etc.

Den största programmeringsmödan ägnades rutiner för sammanslagning till översiktsritningar och uppdatering av överlappande fält på delritningarna. Programleverantören CAD Engineering (idag CASE & CAD Engineering) kunde visserligen erbjuda program för ändamålet, men dessa visade sig inte klara den invecklade geometrin i vårt projekt. Vidare utvecklades egna rutiner för att administrera en omfattande hantering av X-symboler.



**D12** Arbetstid för CAD-samordning & -administration (svart) och datortid därav (skrafferad) relaterad till specificerad arbetstid (vit).

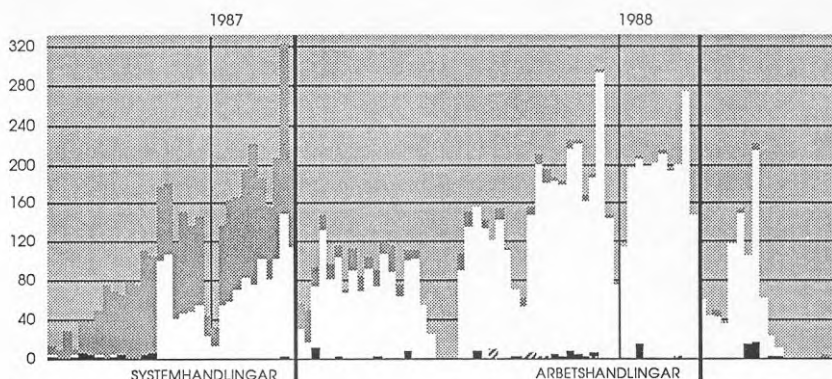
Under arbetshandlingsskedet bytte arkitekten datormiljö tre gånger. Först från en arbetsplats helt och hållet hos HJS arkitektkontor till en egen terminal (Westward 3219) ansluten till HJS dator (Prime 2450). Sedan från HJS dator till CAD Engineerings dator (Prime 830) alltså med en egen terminal. Till sist till två egna arbetsstationer (VAXstation 2000). Merarbetet vid dessa miljöbyten har direkt belastat projektet.

CAD-samordning & -administration omfattade 380 mantimmar under arbetshandlingsskedet varav 247 framför datorn. Tiden motsvarar 0,022 tim/m<sup>2</sup>BTA i ren arbetstid och 0,036 tim/m<sup>2</sup>BTA som resurskostnad med datorkostnaderna medräknade. Denna "inproduktiva" arbetsinsats har fördelats på tidigare "produktiva" rubriker endast proportionellt till den datortid som utnyttjats.

## TILLÄGGSARBETEN

Under rubriken tilläggsarbeten fördes tid för projektering förorsakad av ändrade förutsättningar eller tilläggsbeställningar. T ex; högspänningsrum flyttas till granfastigheten, specialceller förses med dusch, brandlarm i polisens korridorer, ändrade målningskoder i rumsbeskrivningen, mm.



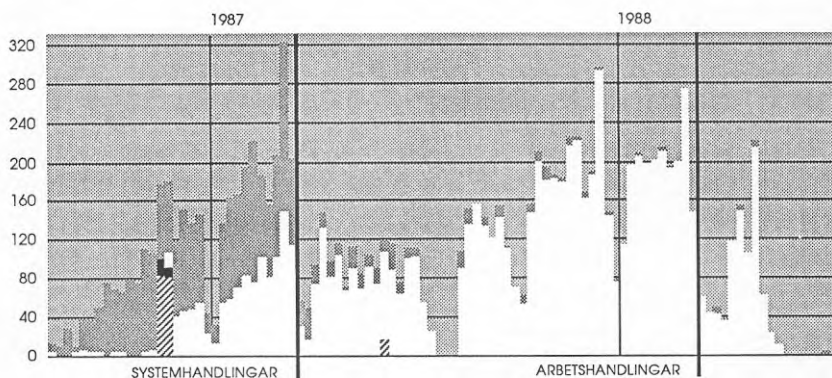


**D13** Arbetstid för tilläggsarbeten (svart) och datortid därav (skrafferad) relaterad till specificerad arbetstid (vit).

Bokförda tilläggsarbeten resulterade inte i egna handlingar. Eftersom rubriken avser projekteringsarbete med en egen separat ekonomi och av liten omfattning har vi inte tagit någon hänsyn till den vid beräkning av nedlagd tid per ritning.

## UTBILDNING

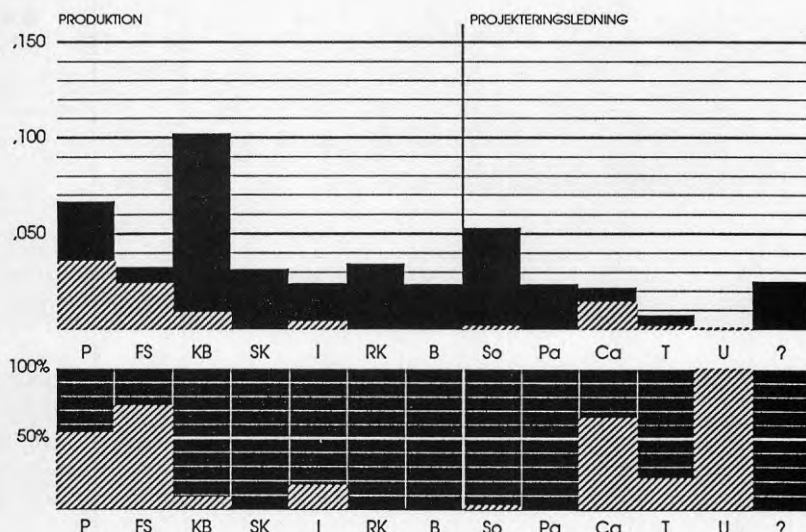
Till projektet räknas tid för utbildning i CAD-teknik. Under november 1986, dvs under systemhandlingsskedet, utbildades 2 projektörer under en 14-dagars kurs hos HJS arkitektkontor. I april 1987, under arbetshandlingsskedet, fick en av dessa en 2-dagars kurs i 3D-hantering.



**D14** Arbetstid för utbildning (svart) och datortid därav (skrafferad) relaterad till specificerad arbetstid (vit).

Under arbetshandlingsskedet omfattade utbildningen 17 timmar, samtliga med datorn påslagen. Utbildningstiden har fördelats på nyttig datortid på samma sätt som tiden för CAD-administration &-samordning.

## SUMMERING



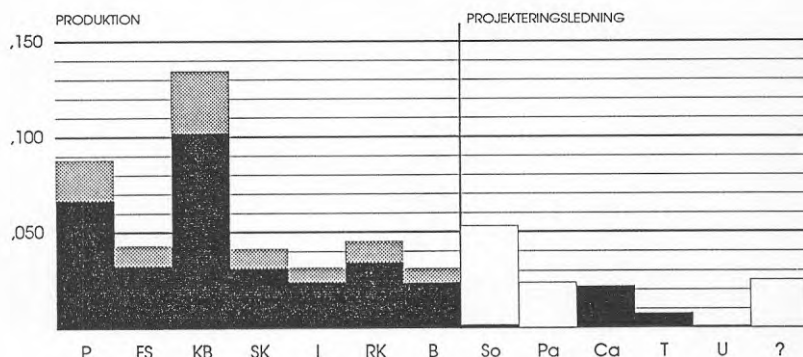
**D15** Redovisad tid (svart) och datortid därav (skrafferad) överst i absoluta tal tim/m²BTA därunder andel CAD-tid i %. Staplarna betecknar P planer, FS fasader och sektioner, KB komplexa byggdelar, SK stomkomplettering, I Innetak, RK rumskomplettering, B beskrivning So samordning, Pa projekterings administration, Ca CAD-administration och -samordning, T tilläggsarbeten, U utbildning och ? ospecificerat.

Av faktiskt arbetade timmar har en mycket stor del lagts på komplexa byggdelar. Arbetsuppgiften krävde väsentligt mer tid än budgeterat. Den stora insatsen på planer är väntad eftersom planer är den relativt sett mest informationstäta ritningstypen. Samordning har en iögonfallande omfattning vilken eventuellt kan skyllas på rubrikens karaktär som "slaskpost".

Andelen datorstöd var störst vid projektering av fasader och sektioner bland de producerande arbetsuppgifterna – hela 73%. Planer projekterades också med mycket datorstöd – 54%. Den förbrukade tiden måste bedömas med detta i åtanke.

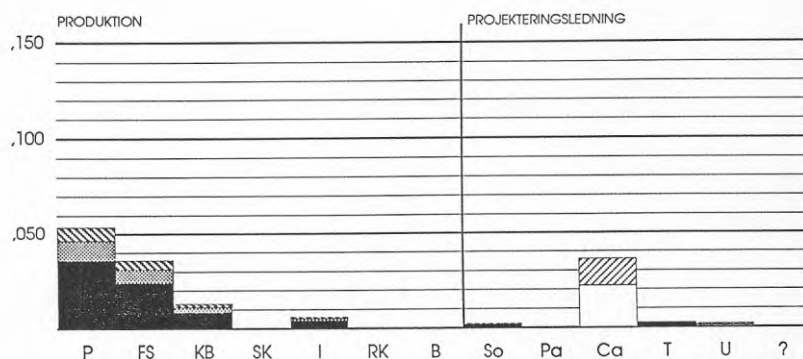
Vår ansats till ett värdeutlåtande om datorstödet lönsamhet/effektivitet/rationaliseringseffekt bygger på en jämförelse mellan projektets traditionellt projekterade delar och delarna projekterade med datorstöd. För att kunna göra denna jämförelse måste vi relatera samtliga arbets-

uppgifter till producerade handlingar. Arbetstiden för projekteringsledande arbetsuppgifter måste fördelas på producerande arbetsuppgifter.



**D16** Mantid för producerade handlingar tim/m²BTA. Tid för samordning, projekteringsledning och ospecificerad tid (vit) fördelas proportionellt och adderas (grå) till redovisad tid (svart).

Diagrammet visar fördelningen av arbetsledande arbetsuppgifter, samordning och projektadministration, samt ej specificerad tid. Den redovisade tiden för dessa rubriker fördelas proportionellt och adderas till förbrukad arbetstid för ritningsproduktion. Arbetstid för CAD-samordning och -administration och CAD-utbildning ska fördelas i proportion till utnyttjad datorresurs. En liten del av tiden för samordning, knuten till administration av samplottningar, har lämnats därhän liksom tiden för tillägsarbeten.

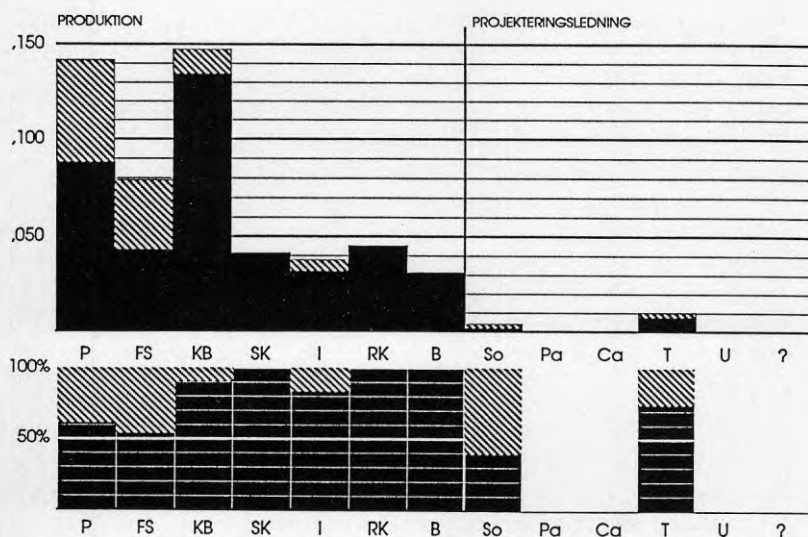


**D17** Datorresurskostnad som tim/m²BTA för producerade handlingar. Mantid för CAD-administration och -utbildning (vit) fördelas och adderas (grå) till redovisad tid (svart). Datortid för motsvarande rubriker (Just skräddarsydd (kl 8-2)) fördelas och adderas på motsvarande vis (mörk skräddarsydd (kl 10-4)).

För att bedömma nyttan av datorstöd i projektering måste datorstödet kostnader beaktas. Vi har här jämfällt driftskostnaden för en dator-timme med kostnaden för en mantimme. Med den förutsättningen kan datortid och mantid adderas för att ge ett mått på resurskostnaden.

Till kostnaden för datorstödet i produktivt arbete måste det egna underhållet av datorsystemet räknas. I diagrammet ovan har arbetstid för CAD-samordning och -administration och CAD-utbildning fördelats proportionellt till "nyttigt" datorstöd. På motsvarande sätt har den datortid som upparbetats vid dessa underhållsarbeten fördelats.

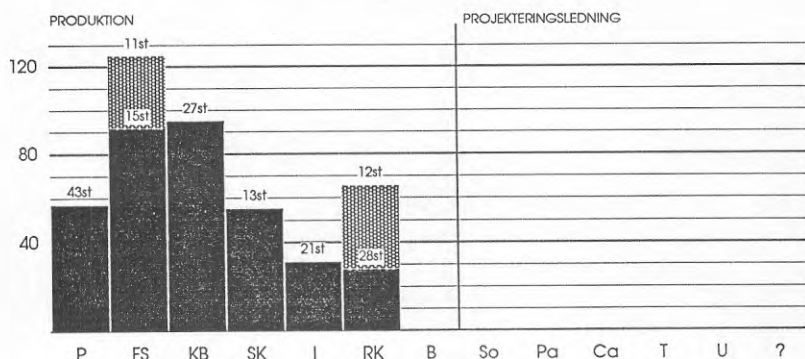
Vår översättning från datortid till mantid ger stort utfall. Speciellt om andelen datortid är stor. Under projektiden, juni 1986 till maj 1988, hade vi en genomsnittlig kostnad för datorsystemet om 181 kr per nyttjad timme. Detta utan eventuella periodiseringar eller hänsyn till efterföljande stilleståndsperioder. Relaterat till kontorets genomsnittliga debiteringslöner under perioden innebär denna kostnad att vi har en marginal eller ett påslag på ren självkostnad om ca 60% när vi jämför datortid med mantid. I första anblicken verkar påslaget högt, men det är mindre än påslagen på lönekostnader för personal och det äts snabbt upp under perioder med lägre belägningsgrad. Vi för anse vårt antagande som rimligt.



**D18** Total resurskostnad för producerade handlingar, överst som tim/m<sup>2</sup>BTA underst procentuell fördelning. Arbetstid (svart) enligt diagram ... och "datortid" (skrafferad) enligt diagram ....

Den slutliga resurskostnaden utgör summan av mantid och datortid. Nu har datorintensiva arbetsuppgifter som planer och fasader och sektioner vuxit väsentligt i förhållande till övriga. Kanske är resursfördelningen

mellan våra rubriker mer normal, möjligen med komplexa byggdelar och fasader och sektioner som något överviktiga.



D19 Arbets tid per ritning

Relateras upparbetade resurser till producerade handlingar förändras bilden ytterligare. Planer krävde 58 timmar/ritning vilket inte alls känns orimligt med tanke på handlingarnas komplexitet. Fasader och sektioner krävde 126 timmar/ritning vilket är mycket. Visserligen kan vi invända att 4 ritningar var i format A1F och att ett strikt krav på standardformat skulle öka antalet ritningar med 4 och därmed sänka resurskostnaden till 92 timmar/ritning. Det är fortfarande mycket. Komplexa byggdelar krävde 95 timmar/ritning, också det väsentligt mer än önskvärt. 56 timmar/ritning avseende stomkomplettering är inget att säga om. 32 timmar/ritning för innertak är däremot ett utmärkt resultat. Här har datorstödet gett utdelning. Rumskomplettering krävde 28 timmar/ritning om ritningsförteckningens alla titlar räknas med. 16 av dessa var dock Byggnadsstyrelsens typritningar som inte bearbetats nämnvärt. Utan dem växer resurskostnaden till 66 timmar/ritning. Men då har vi dessutom levererat ett skyltprogram. Rumskomplettering är alltså en svårbedömd rubrik.

Om vi söker rationalisering i form av minskade resurskostnader för projektering kan vi påstå att datorstöd vid projektering av planer ger en viss rationalisering om man tar med innertak i bedömningen. De härvid producerade 64 handlingarna krävde 49 timmar/ritning. Den klart lägsta resurskostnaden. Och då har vi inte räknat med de översikter i skala 1:100 vi använde internt på kontoret. Datorstödet har här gett en upprepnings och samordningsfördel eftersom datorritningen är i stort sett densamma för alla handlingar. Och denna fördel hade ökat om vi levererat fler planbaserade handlingar t ex golvritningar. Å andra sidan kostar datorstöd vid projektering av fasader och sektioner. Och det kostar mycket. Här ritas unik information (åtminstone om man endast ser till produktionshandlingarna). Detta bekräftas av en gammal tumregel som



säger att det tar fyra gånger längre tid att rita en viss figur med dator – först vid fjärde upprepningen är datorritaren ikapp och vid femte förbi sin kollega med tuchpenna och plast. Eventuella förtjänster vid problem-analys och skissning kan inte alltid mätas som minskade resurskostnader.

















R68 : 1991

ISBN 91-540-5393-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6811068

Abonnemangsgrupp:  
R. Byggandets ekonomi och organisation  
Z. Konstruktioner och material

Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna

Cirka pris: 52 kr exkl moms